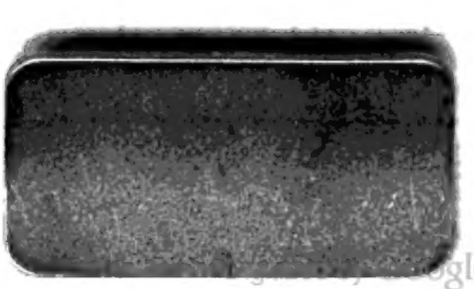
Zool.
35
mc

Digitized by Google

Zool.
35 mc

Bergmann, C.



Digitized by Google

<36634214820017

<36634214820017

Bayer. Staatsbibliothek

Digitized by Google

Digitized by Google

Ueber die Verhältnisse

der

WÄRMEÖKONOMIE DER THIERE

zu ihrer Grösse.

Von

CARL BERGMANN.

Abgedruckt aus den Göttinger Studien. 1847.

Göttingen

bei Vandenhoeck und Ruprecht.

1848.

503. B.

Digitized by Google

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Digitized by Google

Ueber die Verhältnisse

der

Wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Grösse.

Von

Carl Bergmann.

Die Erscheinung der Warmblütigkeit in der Thierwelt bietet sowohl in Beziehung auf die Mittel, deren die Natur viele in manchfaltiger Zusammensetzung anwendet, um sie zu erzeugen, als auch in Rücksicht auf die Zwecke, welche wir bei einer so feinen Berechnung voraussetzen müssen, der Forschung noch manche Angriffspunkte, weite Felder zu Untersuchungen dar.

Die Physiologie hat sich zunächst und auch in unsern Tagen fast ausschliesslich der Frage zugewandt, woher die Wärme komme? und wir dürfen wohl behaupten, in dieser Beziehung wirklich fortgeschritten zu sein, indem die Gründe für die Annahme einer Entstehung aller thierischen Wärme aus dem Bindungsprocesse des Sauerstoffes der Respiration zugenommen haben, die Zweifel an dieser Ansicht schwächer geworden sind. Diese Ansicht wird ganz einwurfsfrei dastehen, wenn wir im Stande sein werden, die

Digitized by Google

Verbrennung, welche in einem Thiere in gewisser Zeit geschieht, als völlig im Einklange mit der Wärme nachzuweisen, welche in derselben Zeit in ihm gebildet wird. Dieses Resultat würde man aber ein doppelt erfreuliches nennen dürfen, indem es nicht bloss überhaupt eine bestimmte Antwort auf eine wissenschaftliche Frage wäre, sondern auch zugleich die Zurückführung eines wichtigen Vorganges im Organismus auf einen bekannten physikalischen Process. Der letztere Vortheil würde unter andern fehlen, wenn wir zu der Anerkennung kommen müssten, dass ein Theil der Wärme ein Product der Nerventhätigkeit wäre, ohne dass zugleich der in der Nervenaction enthaltene physikalische Process analysirt würde, was möglicher Weise erst die Aufgabe einer fernen Zukunft sein mag.

Solchen vorherrschenden Richtungen in der Wissenschaft zu dienen, muss auch der sich angelegen sein lassen, den irgendwelche Ursachen etwa auf weniger betretene Wege führen. Dann wird es nicht selten gelingen, das Vernachlässigte als einflussreich auch auf die beliebteren Bestrebungen darzustellen und so den selbstständigen Fortschritt des Individuums mit dem der gleichzeitigen Arbeiter zweckmässig zu verknüpfen.

Diese Betrachtung hat ebensowohl Bezug auf die vorliegende kleine Arbeit, als auf eine andere Mittheilung desselben Verfassers (in Müller's Arch. 1845. S. 300 ff.), welche hier um so mehr zu erwähnen ist, als eine Bekanntschaft mit derselben für den Leser der folgenden Betrachtungen nöthig zu sein scheint.

Ich ergreife aber auch gern diese Gelegenheit, um besonders auf den wichtigen Punkt hinzuweisen, in welchem jene Mittheilung eine Einwirkung auf die herrschende Richtung der Studien über den Calor animalis in Anspruch nimmt.

Es wurde dort als äusserst wichtiges, neben der Wärmebildung zu dem Resultate der Warmblütigkeit mitwirkendes Moment die Wärmeökonomie hervorgehoben und

Digitized by Google

speciell auf den Einfluss aufmerksam gemacht, welchen die, innerhalb normaler Verhältnisse bedeutenden, in der Herrschaft des Organismus stehenden Schwankungen der Temperatur in Haut und Extremitäten auf die Möglichkeit einer gleichmässigen innern Temperatur haben. Diese bedeutenden und im Groben leicht zu constatirenden Schwankungen hatte die Physiologie ignorirt, und dennoch sind dieselben von entscheidender Wichtigkeit für die Fragen des Tages. Es kommt ja darauf an, zu bestimmen, in welchem Verhältnisse die Verbrennung, welche in bestimmter Zeit im Körper eines Thieres geschieht, zu der Wärmebildung desselben steht, ob sie für dieselbe genügt oder nicht. — Die Methode, die Wärmebildung zu bestimmen, beruhte aber lediglich auf Bestimmung der Wärmeverluste. Sie ist deshalb evident falsch. Die Wärmeverluste könnten nur dann stets und für jeden beliebigen, auch kleinern, Zeitabschnitt als gleich der Wärmebildung angesehen werden [1]), wenn

---

[1]) Es versteht sich dabei von selbst, dass im Ganzen und Grossen die Wärmeverluste der Wärmebildung gleich sein müssen. Aber nicht in jedem Augenblicke oder kürzern Zeitabschnitte ist diess der Fall. Setzen wir, dass eine längere Zeit hindurch die Wärmebildung sich gleich bleibe, während die Bedingungen der Wärmeableitung schwanken, so treten folgende Fälle ein. Wenn ein Theil dieser Bedingungen sich in der Weise ändert, dass die Wärmeableitung dadurch befördert wird, wenn z. B. die Luft sich abkühlt, so wird die Wärmeableitung eine Zeitlang bedeutender sein, als die Bildung. Dadurch wird nothwendig die Wärmesumme des Körpers vermindert. Aber es steht in der Gewalt des Organismus, durch Modification der Blutvertheilung dieses Sinken der Wärme bloss auf Kosten äusserer Theile geschehen zu lassen. Eben dadurch nun, dass die Temperatur dieser Theile sinkt, nehmen die Wärmeverluste auch allmälig ab, denn sie beruhen unter andern auf der Differenz der Temperatur von Haut und Luft, werden geringer, wenn diese Temperaturen sich einander annähern. Auf diese Weise kann dann nach einiger Zeit wieder das Gleichgewicht eingetreten sein, welches im Ganzen zwischen Wärmebildung und Wärmeverlust Statt finden

Digitized by Google

der Schulbegriff von der Warmblütigkeit richtig wäre: dass sie eben in Erhaltung einer constanten Temperatur des

---

muss. Diess ist der einfachste Fall, aus welchem sich aber alle andern leicht beurtheilen lassen: dauerndes Sinken der äussern Temperatur, Steigen derselben, entweder auf einen gewissen Grad oder ein länger anhaltendes, Wechsel von Steigen und Sinken (bei welchen der Zustand des Gleichgewichtes zwischen Bildung und Ableitung der Wärme nur momentan eintritt, sogleich aus einem Ueberwiegen des einen in ein Ueberwiegen des andern übergeht) u. s. w. Complicirter wird der Vorgang in der Natur noch dadurch, dass die der Einfachheit wegen vorhin angenommene Constanz der Wärmebildung gar nicht wirklich Statt findet.

Hr. Bischoff hat nun bei Erwähnung und Inhaltsangabe des Aufsatzes, auf welchen ich mich hier beziehe, den Vorwurf ausgesprochen, dass derselbe schwer verständlich sei. Sollte dieser Vorwurf gerecht sein, so würde ich das sehr bedauern. Aber Bischoff's Auctorität überzeugt mich in diesem Falle noch nicht. B. hat mich allerdings nicht verstanden. Aber das beweist nicht bloss nicht gegen mich, sondern eher gegen B. Was nämlich Hr. B. als Inhalt meines Aufsatzes anführt (Müll. Arch. 1846. Jahresber. S. 108 f.), ist nicht bloss diesem Inhalte nicht entsprechend, sondern ist auch an sich widersinnig. Es geht also hervor: entweder hat der Hr. Referent die Sache selbst nicht durchdacht, und dann kann er nicht verlangen, meine Darstellung zu verstehen, oder derselbe hat zwar die Sachverhältnisse erwogen, aber nicht die Schwierigkeiten des Ausdruckes in einem so complicirten Verhältnisse, und dann steht ihm kein Urtheil über meine Darstellung zu. Hätte ich das gesagt, was Hr. B. als meine Ansicht ansieht, und hätte Hr. B. diese überlegt, so musste derselbe mir nicht Unklarheit, sondern Unsinn vorwerfen. Wer jenen Aufsatz mit Ueberlegung liest, wird sich leicht überzeugen, dass dessen Resultat sich nicht in solche, vielleicht überhaupt nicht in so kurze Worte fassen lässt, als Hr. B. versucht hat. — Ich sage diess ohne Bitterkeit und wünsche, dass es auch so aufgenommen werden möge. Ich wünsche das um so lebhafter, als ich schon früher Grund fand, mich unzufrieden mit B's Benehmen gegen meine Arbeiten auszusprechen (Müller's Arch. 1847. S. 33. Anmerkung), und es doch als eine wahre Widerwärtigkeit empfinde, mich in solcher Weise gegen einen so achtungswerthen Forscher erklären zu müssen.

Digitized by Google

ganzen Körpers bestehe, denn alsdann würden Wärmebildung und Wärmeverluste einander in jedem Augenblicke gleich sein müssen Mit diesem Begriffe zugleich fallen auch die Folgerungen. Liebig, von physiologischen Vorurtheilen nicht eingenommen, traf ziemlich das Rechte, wenn er annahm, dass die Thiere, deren Wärmeverlust man bestimmte, sich in dem Apparate abgekühlt haben konnten. Sie hatten dann mehr Wärme ausgegeben, als gebildet, und die respiratorischen Werthe, die Quantität des gebundenen Sauerstoffs konnten nicht hinreichen, die aufgefangene Wärme zu erklären. Liebig's Annahme aber fand bei Physiologen, welche dem herkömmlichen Begriffe trauten, natürlich keine Aufnahme, wurde als unphysiologisch, als nicht übereinstimmend mit dem Wesen der Warmblütigkeit verworfen, und es musste allerdings erst auf die partiellen Abkühlungen warmblütiger Thiere hingewiesen und dieselben in ihrer Bedeutsamkeit erkannt werden, ehe die Physiologie das Wahre in jener Behauptung Liebig's anerkennen konnte. Denn Liebig sprach allerdings von einer Abkühlung des Thieres im Allgemeinen, welche auch wir nicht zugeben

---

Die Jahresberichte, deren sich unsre Wissenschaften gegenwärtig erfreuen, sind sehr verdienstliche und schwierige, zugleich aber auch sehr verantwortliche Arbeiten. Es ist ein grosses Interesse dabei, sie möglichst frei von menschlichen und wissenschaftlichen Schwächen zu wissen, und so wird man, je höher man sie stellt, um so weniger Ausstellungen zurückhalten, welche man nach reiflicher Ueberlegung gegründet findet. — Desshalb erlaube ich mir hier auch noch zu bemerken, dass es mir scheint, als hätte in einer, wenn auch sehr ökonomischen, Anzeige jenes Aufsatzes in seinem Verhältnisse zum Bestande der Wissenschaft, wohl erwähnt werden können, dass eben die, für das Verständniss der Warmblütigkeit und der Oekonomie des Calor animalis so wichtigen Temperaturschwankungen in Haut und Extremitäten, so leicht sie zu constatiren sind, von der Physiologie doch bis dahin gänzlich ignorirt waren. Factum und Deutung waren für die Wissenschaft neu.

Digitized by Google

können. Mögen aber die Abkühlungen partiell oder allgemein sein, jene Experimente werden immer dadurch unbrauchbar für eine genaue Bestimmung der Wärme, welche ein Thier gebildet hat [1]).

Diese Nachweisung wird um so wichtiger, da man ohne dieselbe, wie auch oft geschehen, nur an die Fehlerquellen denken konnte, welche in nicht vollständiger Auffangung der von dem Thiere verlornen Wärme bestanden. Jede Correction dieser Fehler musste natürlich das Resultat noch ungünstiger für die Ansicht stellen, welche die Ursache der Wärmeentbindung in der Respiration sucht.

Im Folgenden habe ich abermals auf Beziehungen des Calor animalis hinzuweisen, welche noch nicht berücksichtigt wurden, und hoffe, dass es dieser Mittheilung verziehen wird, dass sie nach manchen Seiten hin nur noch unsichere Fingerzeige geben kann, wenn es auf der andern Seite gelingt, einige recht wichtige Verhältnisse in ein neues Licht zu bringen.

Für den Grad von Wärme, um welchen ein Thier sich über seine Umgebung zu erheben vermag, ist das Verhältniss seines Volumens zu seiner Oberfläche natürlich von grosser Wichtigkeit.

---

[1]) Vgl. Kohlrausch: Physiologie und Chemie in ihrer gegenseitigen Stellung. Göttingen 1844. S. 32 ff. K. sagt S. 37—38: „Es ist ja grade das interessanteste Resultat der vielfachen Untersuchungen, dass die warmblütigen Thiere unter den verschiedensten äussern Verhältnissen ihre Eigenwärme mit sehr unbedeutenden Schwankungen constant erhalten.“ Diess ist falsch, wie ich gezeigt zu haben hoffe, aber es ist der Schulbegriff. Ich hoffe, dass die Warmblütigkeit nicht minder interessant geworden ist, dadurch, dass diese mystische Fähigkeit, die Wärmebildung stets so genau den Verlusten anzupassen, verloren gegangen, und dadurch die Warmblütigkeit begreiflicher geworden ist.

Digitized by Google

Die Oberfläche ist ein einfacher und genau zu ermittelnder Factor für die Wärmeverluste, dessen Werth, zusammengenommen mit der Beschaffenheit dieser Oberfläche (Bedeckung mit Haaren u. s. w.), der Differenz zwischen Temperatur des Thieres und des umgebenden Mediums und Beschaffenheit dieses Mediums (ob es Luft oder Wasser ist) die Wärmeverluste bestimmt.

Das Volumen des Thieres dagegen wird als ein Maass für die mögliche Wärmebildung betrachtet werden können. Gewiss ist in gleichem Volumen sowohl verschiedener Thiere als auch desselben Thieres zu verschiedener Zeit die Wärmebildung sehr verschieden. Aber man wird es nicht gewagt finden, wenn wir annehmen, dass es für die Wärmebildung ein Maximum gebe, in der Art, dass ein gewisses Quantum animalischer Substanz im lebenden Körper nicht im Stande ist, mehr als ein gewisses Quantum Wärme in einer gegebenen Zeit zu liefern.

Nun vergrössern oder vermindern sich ja der cubische Inhalt von Körpern und die Ausdehnung ihrer Oberfläche nicht nach demselben Verhältnisse, sondern, wenn wir die einzelnen Dimensionen eines Körpers z. B. sämmtlich im Verhältnisse von 1 zu 2 vergrössern, so wächst die Oberfläche von 1 zu 4 und der cubische Inhalt von 1 zu 8.

Es ist also entschieden, dass die Thiere, je grösser sie sind, um so weniger Wärme im Verhältniss zu ihrer Grösse zu bilden brauchen, um eine gewisse Erhöhung ihrer Temperatur über die der Umgebung zu gewinnen.

Dieses Gesetz muss von grossem Einflusse auf die Lebensweise der warmblütigen Thiere sein. Wollten wir ein Thier bloss nach allen Dimensionen gleichmässig vergrössern, in demselben Verhältnisse seine respiratorischen Functionen steigern, und dabei die äussern Bedingungen der Wärmeableitung (Pelz u. dgl.) dieselben sein lassen, so würde das Thier wärmer werden müssen. Wir finden das aber in der Natur nicht, die warmblütigen Thiere haben in ihren innern

Digitized by Google

Theilen Temperaturen, welche wenig von einander abweichen, am wenigsten sind die grössern durchschnittlich wärmer als die kleinern, sondern eher findet das Umgekehrte Statt. Wir haben also für warmblütige Thiere von verschiedener Grösse verschiedene Veranstaltungen nöthig, durch welche sie, ungeachtet ihrer Grössenverschiedenheit, jene Aehnlichkeit der Temperaturen erlangen.

Es giebt diese Betrachtung einen Maassstab zur Hand, nach welchem sich Manches von der gewaltigen Verschiedenheit in den Körpergrössen und sonstigen Beschaffenheiten, sowie der Lebensweise der Warmblüter in einer bestimmten Weise wird deuten lassen, wenn man dabei die zu erreichende Warmblütigkeit als Zweck unterlegt. Einige Beispiele werden im Folgenden vorkommen. Freilich sind gegenwärtig noch zu wenig einiger Maassen genaue Angaben über die Werthe möglich, welche bekannt sein müssten, wenn man die Factoren der Warmblütigkeit für ein Thier genau bestimmen oder verschiedene Thiere in dieser Beziehung vergleichen wollte. Aber ganz im Groben lassen sich doch praktische Folgerungen an diese Betrachtungsweise knüpfen. Wir können immer erwarten, bei grössern Warmblütern die respiratorischen Werthe, auf Gewichtseinheiten des Körpers reducirt, geringer zu finden, als bei kleinern: ein Gramm eines grossen Thieres muss im Allgemeinen weniger athmen, als ein Gramm eines kleineren. So respirirten ja in den angestellten Versuchen Vögel stärker als Säugethiere und waren auch meist kleiner. Bei Vögeln kommt freilich noch die durchschnittlich höhere Temperatur hinzu, welche ihnen normal ist.

Es scheint auch wohl behauptet werden zu können, dass die kleinern Thiere im Allgemeinen verhältnissmässig zu ihrem Körper mehr fressen. Beim Durchsehen von Naumann's Naturgeschichte der Vögel Deutschlands wiederholt sich sehr häufig und namentlich bei kleinern Vögeln die Bemerkung, dass sie sehr gefrässig sind, fast beständig fres-

Digitized by Google

sen u. dgl. Auch im Allgemeinen ist (Thl. I. S. 91 der von 1822 an erscheinenden Ausg.) von den Vögeln gesagt, dass sie viel fressen, und es ist diess bei ihrem im Allgemeinen kleinern Körper und ihrer dennoch höhern Temperatur im Vergleiche mit den Säugethieren nun wohl zu verstehen.

Auch bei kleinern Säugethieren ist wohl das relative Nahrungsbedürfniss gross, und muss es um so mehr sein, je mehr sie der Kälte exponirt sind. Ich führe nur an, dass Pallas [1]) mehrere Mustelen im Winter futterte und die Quantität ihrer täglichen Nahrung zu $^2/_3$ bis $^3/_4$ ihres Körpergewichtes fand. Nach den Daten von Valentin [2]) genoss eine Stute im November täglich ungefähr $^1/_{10}$ ihres Gewichtes, und hielt sich dabei (wegen der vorzunehmenden Experimente) natürlich im Stalle auf. Die Bestandtheile der Nahrung, der Werth derselben für die Wärmeerzeugung wäre natürlich für eine genauere Vergleichung nöthig zu kennen. Das Pferd erhielt 60 ℔ Wasser auf 20 ℔ Heu und 4 ℔ Hafer, welche lufttrocken waren. Das Thier wog 855 ℔. — Von den Mustelen, welche Pallas futterte, wurde eine etwas wärmer gehalten. Sie starb schon Anfang Januar. Das Winterhaar fiel schon ab und das Sommerhaar hatte sich darunter gebildet.

Lassen wir jedoch jetzt diese Betrachtungsweise fallen, um zu einer andern überzugehen, welche vielleicht über das Wirken der organischen Natur im Grossen einiges Licht giebt.

Wir können nicht ohne Bewunderung sehen, wie die Natur bei den Schranken, welche ihr der Zweck, eine bestimmte Temperatur zu erreichen, und den Bedingungen, welche ihr das Verhältniss zwischen cubischem Inhalte und Oberfläche auferlegen, dennoch eine so grosse Manchfaltig-

---

[1]) Novae Spp. cett. p. 9.

[2]) Wagner's Hdwb. I. S. 381.

Digitized by Google

keit von grossen und kleinen warmblütigen Thieren hat erzeugen können. Ja wie zum Spotte unserer Forschung finden wir die grössten mit den kleinsten warmblütigen Thieren des Festlandes in gleichen Breitengraden.

Die Mittel zu diesem Zwecke müssen sich sämmtlich zusammenbegreifen lassen als verschiedene Grade der Wärmebildung in gleichem Volumen thierischer Substanz und verschiedene Grade des Wärmeverlustes in gleichen Theilen der Oberfläche.

Wir können uns nun wohl die Frage stellen: Hat sich die Natur in der Anwendung dieser Mittel, durch welche ein solcher Reichthum der Schöpfung möglich wurde, irgendwie erschöpft? Hat es eine Wahrscheinlichkeit, dass sie in irgend einem warmblütigen Thiere die grössten oder die kleinsten Formen erreicht hat, bei welchen der Plan der Warmblütigkeit noch ausführbar war? Oder ist sie diesen Extremen auch nur nahe gekommen?

II.

In dieser Beziehung werfen wir einen Blick auf die, im Gegensatze der warmblütigen, sogenannten kaltblütigen Thiere im Vergleiche mit den erstern.

Unsere Kenntniss von der Physiologie der Thiere im Allgemeinen ist hinreichend fortgeschritten, um behaupten zu dürfen, dass diese Gegensätze: warm- und kaltblütig, der Sache, welche sie bezeichnen sollen, nicht in wünschenswerthem Maasse entsprechen.

Man ist gegenwärtig wohl sehr allgemein dazu geneigt, anzunehmen, dass die Wärmebildung etwas den Thieren ganz allgemein Zukommendes ist. Man kann diese Vermuthung besonders dann nicht wohl ablehnen, wenn man sich zu der Ansicht bekennt, dass die Wärmebildung auf der Respiration, auf der Bindung des Sauerstoffes beruht, welche man für allgemeinen Thiercharakter hält.

Digitized by Google

Es ist allerdings wahr, dass gewissenhaft angestellte Versuche öfters keine Temperatur im Innern sogenannter kaltblütiger Thiere nachwiesen. Treviranus hat deren gesammelt und auch Berthold [1]) später zu fremden Versuchen noch eigene hinzustellen können [2]). Auch ist diess nicht bloss der Fall gewesen bei solchen Thieren, deren Verdunstung etwa stark abkühlend wirkte, wie bei Schnecken, bei Fröschen (bei welchen Dutrochet die selbsterzeugte Wärme mit dem thermoelektrischen Apparate nachwies, wenn sie sich in einer mit Wasser gesättigten Atmosphäre befanden), sondern auch bei Fischen fanden verschiedene Beobachter keine erhöhte Temperatur. Man wollte dann selbst die Beobachtungen derjenigen verwerfen, welche positive Resultate erhalten hatten. Aber die Kritik ist nicht auf alle diese Erfahrungen und namentlich auf einige neuere nicht anwendbar. De Tessan [3]) fand bei Thunfischen und Haifischen das Herz einige Grade wärmer als das Wasser. Es fallen bei solchen im offenen Meere gefangenen Thieren alle Einwendungen weg, dass dieselben aus wärmern Wasserschichten gekommen sein könnten, als diejenigen, deren Temperatur man bestimmt hatte, was in beschränkten, stehenden Wässern, an den Ufern u. s. w. leicht vorkommen könnte. Ferner ist die Untersuchung des Herzens gerade für die Fische besonders einer jeden andern vorzuziehen. Bei der Bildung

---

[1]) Neue Versuche über die Temperatur der kaltblütigen Thiere. Gött. 1835. Reichliche Zusammenstellung von Beobachtungen über thierische Wärme besonders bei Tiedemann. Physiol. Bd. I.

[2]) Merkwürdig im Vergleiche mit frühern negativen Resultaten sind die Angaben Barkow's über Temperaturen von Schnecken. S. dessen: Der Winterschlaf nach seinen Erscheinungen im Thierreiche. Berl. 1846. Selbst bei winterschlafenden Schnecken wurden eigene Temperaturen beobachtet, obwohl man nach Cap. 8. annehmen müsste, dass bei diesen gar keine Respiration Statt findet.

[3]) Voyage autour du monde sur la frég. la Vénus comm. p. Abel du Petit-Thouars. Physique. Tome V. p. 100. 102. 157. 166.

Digitized by Google

der Respirationswerkzeuge der Fische muss man annehmen, dass das in ihnen kreisende Blut sehr viel Wärme an das Wasser verliert. Da nun die Bindung des Sauerstoffs durchaus nicht mit der Aufnahme desselben zusammenfällt, so können sehr wohl die Kiemen der kälteste Theil des Fischkörpers und das von den Kiemen in die Arterien gehende Blut das kälteste Blut sein. Dann versteht es sich von selbst, dass es im Herzen besonders warm sein muss, ich würde sagen das wärmste, wenn es nicht denkbar wäre, dass in einzelnen Organen die Wärmeentbindung besonders stark wäre, so dass von ihnen wärmeres Blut als von anderen zum Herzen flösse und sich dort schon abkühlte. Jedenfalls ist das Herz bei den Fischen der beste Ort für Untersuchungen.

Ausserdem empfehlen sich auch die Versuche an grossen Fischen vor denen an kleinen. Wenn die Natur bei den kaltblütigen Thieren jene besondern Mittel nicht anwendet, durch welche sie den warmblütigen ihre gleichbleibende Temperatur der innern Theile verleiht, so werden sie auch im Allgemeinen um so mehr im Stande sein, sich über die Temperatur ihrer Umgebung zu erheben, je grösser sie sind. Es ist ganz klar, wenn wir von der einfachsten Annahme ausgehen, dass zwei übrigens einander in der Organisation sehr ähnliche, nur an Grösse verschiedene kaltblütige Thiere in gleichen Gewichtstheilen das eine so viel Wärme bildet als das andere, so muss das grössere Thier und namentlich in seinen von der Oberfläche entferntesten Theilen wärmer sein als das kleinere.

Also: wenn es sich darum handelt zu constatiren, ob Fische überhaupt Wärme bilden oder nicht, so ist es weit vorzuziehen, recht grosse Exemplare zu wählen.

Endlich bleibt bei negativen Resultaten an Fischen, welche in kleinen Gefässen gehalten waren, die Frage, ob dieselben nicht etwas zu gross für das Gefäss waren, so dass der Uebergang des atmosphärischen Sauerstoffs in das

Digitized by Google

Wasser der Absorption desselben durch die Kiemen nicht völlig das Gleichgewicht hielt. In diesem Falle konnte sich der Fisch zur Zeit des Versuches in einem Zustande verringerter Respiration befinden. Auch dieser Fehler fällt bei Versuchen wie die von de Tessan weg, und empfiehlt sie im Gegensatze gegen frühere [1]).

Uebrigens darf ich hier anführen, dass auch Berthold, ungeachtet der negativen Resultate seiner Versuche, dennoch die Wärmeentwicklung für etwas allgemein Thierisches hält.

Mit einem Worte also: man kann nicht bloss sagen, dass ein Theil der kaltblütigen Thiere, sondern man darf annehmen, dass sie sämmtlich bei ihrem Lebensprocesse auch Wärme bilden.

Der Unterschied dieser von den warmblütigen Thieren liegt nun auch evident nicht darin, dass sie weniger Wärme bilden. Eine genaue Vergleichung der Wärmequantitäten kann nur angestellt werden, wenn man Gewichtseinheiten eben sowohl wie Zeiteinheiten unterlegt. Es bedarf aber zu einer Anerkennung der aufgestellten Behauptung im Allgemeinen keiner so genauen Vergleichung, weil es ganz handgreiflich sogenannte kaltblütige Thiere giebt, welche unter Umständen sehr viel mehr Wärme in gleichem Volumen bilden, als manche warmblütige. Wie winzig ist das gesammte Volumen der Bienen in einem Stocke, verglichen mit dem eines Elephanten! Dennoch erheben sie die Luft ihrer Behausung sehr bedeutend über die Temperatur der äussern Luft [2]), während die riesigen Pachydermen der

---

[1]) Auch Davy beobachtete neuerlich eine bedeutende Temperatur bei Pelamys sarda, was um so bemerkenswerther ist, als sie mit den Thunfischen so nahe verwandt ist. S. Frorieps N. Nott. 1844. Mai. S. 229 ff.

[2]) Berthold (a. a. O. S. 36.) fand in einem Bienenstocke 26° R., während die äussere Luft 7° hatte. Mehrere Angaben bei Tiedemann. Physiol. I. §. 394.

Digitized by Google

heissen Weltgegenden sehr gewöhnlich sich weniger über die Temperatur ihrer Umgebung erwärmen.

Eben so wenig, als die Wärmebildung den eigentlichen Unterschied begründet, ist es auch der in den warmblütigen Thieren vorhandene Wärmegrad, die Höhe desselben, welcher sie auszeichnet. Dieses würde gerade durch die Benennung kalt- und warmblütige oder kalte und warme [1]) Thiere ausgedrückt sein, und man könnte sich allerdings vorstellen, dass gewisse Thiere, ungeachtet einer geringern Wärmebildung, dennoch wärmer wären, als andere von gleichem Volumen und höherer Wärmebildung. Es könnte oder kann dieses Resultat erzielt werden durch Wärmeökonomie, warmen Pelz u. dgl., bei den einen, während diese Verhältnisse den andern fehlen.

Aber es ist eben so wenig die vorhandene als die erzeugte Temperatur, von welcher sich das unterscheidende Merkmal hernehmen lässt. Denn der absolute Temperaturgrad ist ja eben für die sogenannten kaltblütigen Thiere so schwankend. Sie nehmen hohe Temperaturen an nach den Umständen, und mancher Käfer, manche Eidechse mag sich in den heissen Strahlen der Sonne auf eine Temperatur erheben, welche ein Warmblüter nicht ertragen würde, oder doch zu einer Wärme gleich den Temperaturen der Warmblüter. Hätte sich unsere Physiologie in Ländern zwischen den Wendekreisen gebildet, so würde man wohl kaum auf die Bezeichnung: kaltblütig gekommen sein. Auch an den Helminthen ist es klar genug, dass sie, so weit ihnen warmblütige Thiere zum Wohnen angewiesen wurden, nicht kälter sein können als diese, und dass es ihrer Natur durchaus zusagen muss, so warm zu sein. (Besteht die Wohnung

---

[1]) Die Thiere als kalte und warme zu bezeichnen, würde immer schon besser sein, als die üblichen Bezeichnungen. Was soll es, dass man speciell von der Temperatur des Blutes die Bezeichnung hernimmt?

Digitized by Google

des Helminthen aus einem winterschlafenden Warmblüter, so wird auch der Helminth winterschlafend sein).

Es ist also durchaus anzuerkennen, was mit mehr oder weniger Bestimmtheit schon öfters ausgesprochen wurde: der Unterschied liegt darin, dass bei den Säugethieren und Vögeln durch verschiedene Mittel eine gleichmässige Temperatur wenigstens der innern Theile erlangt wird, während bei den übrigen zwar auch Wärme, hin und wieder viele Wärme sich bildet, aber ohne jene Veranstaltungen, durch welche zum Behuf möglichst gleicher Temperatur die Wärmebildung nach den Umständen zweckmässig vermehrt oder vermindert, ihre Ableitung vermindert oder vermehrt wird.

Die Werthe der respiratorischen Functionen steigern sich bei warmblütigen Thieren durch kühlere, bei kaltblütigen Thieren durch höhere Temperaturen [1]).

Auf der andern Seite fehlen den kalkblütigen Thieren die Vorrichtungen in den äussern Bedeckungen, durch welche der Organismus der Warmblüter die Wärmeverluste regelt. Man vergleiche einen Fisch und einen Walfisch! Nicht bloss die äussern Bedeckungen bedingen einen mächtigen Unterschied [2]), die unter dicken Hautschichten ausge-

---

[1]) Vgl. Vierordt in Wagner's Handwörterbuch. Art. „Respiration" S. 877 ff. —

Sehr belehrend für die Steigerung des Respirationsbedürfnisses durch höhere Temperaturen bei kaltblütigen Thieren sind die schönen Erstickungsversuche, welche Edwards mit Fröschen anstellte. Es ergab sich durchaus ein sehr rascher Tod bei höhern (bis 42° C.) und ein sehr langsamer bei tiefen Temperaturen (bis 0° abwärts). Bei denselben tiefen Temperaturen erfolgte der Tod aber im Winter noch langsamer als im Sommer. (S. Annales de Chimie et de Phys. tome VIII. S. 225 ff.). —

[2]) Interessant ist es, wie tief in verschiedenen Richtungen hier der Mangel der Wärmeökonomie mit der Organisation verwebt erscheint. Bei den Insekten z. B. ist die Wärmebildung ja oft bedeutend. Aber bei ihrem äussern Skelett und dessen nothwendigen Be-

breiteten Fettmassen der Cetaceen, sondern auch die schon früher erwähnte Respirationsweise der Fische. Das Blut in den Kiemen wird beständig durch einen Wasserstrom gebadet, welcher die Wärme ganz anders ableitet, als es die Luft vermag, welche die Cetaceen athmen. Es würde in der That eine colossale Wärmeentwicklung dazu gehören, um einen Fisch im Eismeere zu gleicher Höhe mit Cetaceen zu temperiren.

Mit der Vorrichtung zur Bewirkung der gleichmässigen Temperatur trifft denn auch das Bedürfniss derselben zusammen. Ja dieses ist noch bezeichnender als selbst die Fähigkeit. Denn diese Fähigkeit ist immer keine unbedingte. Für gewöhnlich vermag das warmblütige Thier seine Erzeugung und Ausgabe der Wärme so zu regeln, dass es sich innerlich constant warm erhält. Bei erschwerenden äussern Einflüssen, zu grosser Wärme oder Kälte, kommen die In-

---

ziehungen zum Muskelsysteme, ferner bei der Beschaffenheit ihres Kreislaufes dürfte es schwer halten, sich eine Einrichtung zu erdenken, durch welche die Wärmeverluste wie bei den Säugethieren und Vögeln regiert würden, wohin, wie wir früher gezeigt haben, so wesentlich eine Haut gehört, welche durch schlechte Wärmeleitung vom übrigen Körper geschieden, Wärme durch die Blutströme in zweckmässig wechselnder Menge erhält. — Demungeachtet aber hat die Natur, wie sie in den winterschlafenden Säugethieren eine Annäherung an die kaltblütigen Thiere darstellt, so auch unter den Insekten eine Annäherung an die warmblütigen Thiere in den Bienen dargestellt. Bei den winterschlafenden Säugethieren sinkt die Temperatur nicht bloss während des eigentlichen Winterschlafes, sondern auch im gewöhnlichen Schlafe und bei Krankheiten merklich. Die Bienen dagegen haben einen sehr unvollkommnen Winterschlaf, sterben leicht durch Kälte, ersetzen einiger Maassen durch Zusammenleben in Höhlen, was dem warmblütigen Thiere seine Organisation giebt. Immer aber erträgt die Organisation der Biene noch weit bedeutendere Wärmeschwankungen, als im Innern des gesunden warmblütigen Thieres vorkommen. Vgl. hiezu Barkow, der Winterschlaf, besonders Cap. 8.

Digitized by Google

stinkte zu Hülfe: das Thier empfindet diese Einflüsse als widrig und entzieht sich ihnen. Wo aber diess irgendwie verhindert wird, da ändert sich endlich auch bei dem warmblütigen Thiere die Temperatur der innern Theile. Hier ist es dann das in seiner Organisation begründete Bedürfniss, durch welches der Unterschied von dem Kaltblüter noch immer besteht. Denn der letztere erträgt bedeutende Abkühlungen und von langer Dauer, ohne dass sie weiter auf ihn einwirken, als seine Lebensprocesse zu verlangsamen. Abnorm sind sie ihm nicht, der träge Zustand, in den er allmälig versinkt, ist ein gesunder. Bei dem Warmblüter führt dagegen ein solcher Zustand, wenn er einiger Maassen weit gediehen ist, einiger Maassen andauert, nothwendig zum Tode.

So ist es denn auch dieses Merkmal des Bedürfnisses, durch welches sich gewisse Zustände mancher Säugethiere und Vögel von dem Begriffe der Warmblütigkeit entfernen. Weder die Winterschläfer zur Zeit ihres Winterschlafes, noch auch manche Säugethiere und Vögel in ihren ersten Lebenstagen können eigentlich warmblütig genannt werden. Aber es wäre ungenügend, wenn man dieses Urtheil darauf gründen wollte, dass diese Thierchen leicht bedeutend erkalten; denn, wie schon gesagt, erkalten kann jedes warmblütige Thier, wenn die Wärmeableitung zu stark ist. Das mehr oder minder leicht Erkalten kann aber natürlich keine scharfe Abgränzung ergeben, und es ist um so weniger Gewicht darauf zu legen, als man nicht zweifeln kann, dass auch die unbestreitbar warmblütig zu nennenden Thiere in dieser Hinsicht sehr verschieden begabt sind. Die Thiere Sibiriens haben sehr viel grösseren Schwankungen der äussern Temperatur entgegen zu arbeiten, als die Thiere, welche unter den Tropen und auf Inseln wohnen, und so dürfen wir auch wohl bei den erstern mächtigere Hülfsmittel der Wärmeökonomie vermuthen, als bei den andern.

Also nicht sowohl weil sie leicht erkalten, als weil ih-

Digitized by Google

nen diess Erkalten nicht abnorm ist, müssen wir manche neugeborne Junge warmblütiger Thiere für nicht warmblütig erklären [1]); natürlich auch nur insoweit diess richtig ist. Diese Beschränkung muss ich wohl hinzusetzen, da es nach den Versuchen von Edwards wohl anerkannt werden mag, dass diese Jungen noch nicht eigentliche Warmblüter sind, ob sie aber den Kaltblütern so gleich zu setzen sind, dass sie für eine längere Zeit bei niedriger innerer Temperatur leben würden, dass also die ihnen zeitweise zugeführte Wärme lediglich für die Beschleunigung der Lebensprocesse, der Entwicklung dient, bleibt wohl zweifelhaft.

Vielleicht dient es zu einer lebendigen Auffassung der Unterschiede warm- und kaltblütiger Thiere, wenn man sich ein Beispiel ausdenkt wie das folgende: Wenn man eine Colonie von Insekten, etwa Bienen, in einem Behälter hätte,

---

[1]) Es sind hier die bekannten Versuche von Edwards anzuführen (De l'influence des agens physiques sur la vie. p. 132 ff.). E. fand sowohl bei mehreren Vogelspecies, als auch bei blindgebornen Säugethieren, dass die Temperatur bis nahe auf die der Luft herab sank und dieses Sinken betrug z. B. 17° C. — Leider wurden bei den Versuchen von E. nur die äussern Theile auf ihre Temperatur untersucht, worin sich wieder der Nachtheil der verkehrten Vorstellung ausdrückt, als ob die Constanz der Temperatur der Warmblüter normal für alle Theile des Körpers gelte. Ich habe keine Gelegenheit gehabt, vergleichende Untersuchungen darüber zu machen, ob auch andere Lebensverhältnisse, in welchen sich gewisse neugeborne Säugethiere den kaltblütigen Thieren annähern, mit dem eben beregten zusammentreffen, was mir sehr interessant scheint. Man hat es oft schon als einen allgemein geltenden Satz ausgesprochen, dass die Reizbarkeit des Nervensystems bei neugebornen Säugethieren viel länger nach der Enthauptung anhalte, als bei erwachsenen. Doch sind darüber wohl nicht hinreichende Untersuchungen angestellt. Bei Hunden und Katzen habe ich die Erscheinung selbst oft genug gesehen und sehr auffallend gefunden. Sollte sich die Sache aber nicht anders verhalten bei solchen Thieren, welche gleich von Anfang an von der Wärme des Mutterthieres unabhängig sich warm zu erhalten vermögen?

Digitized by Google

dessen Wärmeableitung man durch beliebige Vermehrung oder Verminderung von Decken regelte; wenn man ferner diese Thiere nöthigen könnte, ihrer Natur als kaltblütige zuwider, bei dem geringsten Sinken der Temperatur stärker zu fressen und zu athmen, so hätte man künstlich etwas einem warmblütigen Thiere Aehnliches hergestellt.

Ist es also die Fähigkeit, unter nicht zu grossen Veränderungen der Wärmeableitung sich eine innere constante Temperatur zu erhalten, eine auf einem grossen Theils erkennbaren Mechanismus beruhende Fähigkeit, ist es ferner das Bedürfniss der innern Organe, dieser constanten Temperatur zu geniessen, wodurch sich die warmblütigen Thiere vor den kaltblütigen auszeichnen, ist die Organisation der letztern gar nicht hierauf berechnet, so scheint es mir weit entsprechender, wenn man diese beiden Abtheilungen des Thierreiches als „gleichwarme“ und „wechselwarme“ oder „homöotherme“ und „pökilotherme“ unterscheidet.

Die Bezeichnung der Warmblüter als gleichwarme Thiere dürfte auch noch darin einen Vortheil darbieten, dass sie auch nicht unpassend in der Beziehung auf die Aehnlichkeit der Temperaturen unter den verschiedenen Thieren verstanden werden kann.

Diess letztere ist ein Umstand, in dem wir eine grosse Wichtigkeit ahnen dürfen, und es muss das hier, um das Folgende in's rechte Licht zu bringen, angedeutet werden.

Es versteht sich ziemlich von selbst, den Organisationsplan der gleichwarmen Thiere als den höhern anzusehen. Die Natur hat durch eine feine Combination organischer Thätigkeiten, welche den übrigen Thieren fehlt, den gleichwarmen eine Fähigkeit ertheilt, mit welcher zugleich mancher Zwang verbunden ist. Welcher ist nun davon der Vortheil? muss man natürlich fragen. Im Allgemeinen kann die Antwort auf diese Frage keine andere sein, als dass durch das Gleichbleiben der Wärme der innern Theile auch eine ge-

Digitized by Google

wisse Gleichheit in der Intensität organischer Processe entweder für den sämmtlichen Wechsel der Jahreszeiten oder wenigstens einen Theil derselben (bei den Winterschläfern) gegeben ist. Dass die gleichwarmen Thiere hierin den wechselwarmen, namentlich den auf dem Lande lebenden überlegen sind, giebt sich in manchen Erscheinungen kund. Bei diesen letztern ist, wo nicht die Species gar den Winter bloss vermittelst der Eier oder Larven überdauert, nicht nur der Winterschlaf Regel, sondern derselbe ist auch wohl nicht, wie bei den gleichwarmen, welche daneben Winterschläfer sind, von dem Sommerleben scharf abgesetzt, vielmehr wirkt auch im Sommer Temperaturerniedrigung hemmend auf den Lebensprocess ein. Diess äussert sich höchst auffallend sowohl in den mehr animalischen Lebensthätigkeiten, als auch in den rein vegetativen. Die verschiedene Lebhaftigkeit wechselwarmer Thiere, die Steigerung derselben bei zunehmender Wärme ist Jedem bekannt. Man braucht nicht Physiologe zu sein, um solche Beobachtungen z. B. an Stubenfliegen gemacht zu haben. Der Einfluss der Wärme auf vegetative Vorgänge wird aber am reinsten am Eie erkannt, wo von Vermittelung durch Nerventhätigkeit noch nicht die Rede sein kann. Die frühesten Metamorphosen des befruchteten Dotters sind in ihren Zeitverhältnissen sehr bestimmbar durch die Wärme. Diesen frühesten Stufen des Organismus kommt aber vielleicht überall der Charakter der Gleichwärmigkeit nicht zu, wenn man von den Vögeln auf die Säugethiere schliessen darf, bei welchen Experimente sich nicht anstellen lassen.

Sieht man diese Betrachtungen im Allgemeinen als richtig an, so muss das auf die weitern Fragen nach einer Analyse dieser Verhältnisse führen: welche Lebensvorgänge denn wohl und auf welche Weise dieselben in der genannten Abhängigkeit von der Temperatur stehen, so dass sie bei den gleichwarmen Thieren stets eine gewisse Temperatur bedürfen, bei dieser dann auch sehr gleichmässig ge-

Digitized by Google

schehen, während ihr Geschehen bei den wechselwarmen Geschöpfen nicht so durchaus abhängig von der Wärme ist, wohl aber gradweise mit derselben ab- und zunimmt?

Bei dem bekannten Einflusse der Wärme auf chemische Processe und der theils nachweislichen, theils wahrscheinlichen Wichtigkeit chemischer Processe im Leben der Thiere, liegt es nahe, an diese besonders zu denken. Der chemischen Processe, bei welchen im Körper die Wärme nöthig sein kann, giebt es so viele, dass die Wahl schwer wird. Ueberall in den thätigen Organen geschehen ja die Wandlungen der Substanz. Das Nerven- und Muskelsystem, der Verdauungsapparat und die Gefässe sind Sitze chemischer Thätigkeit.

Einiges deutet wohl darauf hin, dass die Centraltheile des Nervensystems bei den warmblütigen Thieren besonders empfindlich für die Einwirkungen der Kälte sind [1]). Aber ich weiss nicht zu entscheiden, inwiefern der lähmende Einfluss der Kälte hier ein direkter oder ein indirekter ist.

Interessant ist jedenfalls das Verhalten der Medulla oblongata, welche im Winterschlafe in Thätigkeit bleibt. Der respiratorische Theil des Nervensystems ist gleichsam wie ein ausgestellter Posten, der für den übrigen Körper wachen muss. In der Lethargie des Winters bleibt sie in mässiger Thätigkeit. Steigt die Temperatur, so geräth sie, wie ich schon früher nach Beobachtungen mittheilte, in eine auffallend erhöhte Thätigkeit: bei zusammengekugelten Haselmäusen, welche ich in der Hand erwachen liess, tritt vor dem Erwachen ein heftiges Athemholen ein, welches dann wohl das Mittel für die Erweckung des übrigen Körpers darbietet.

Nichts ist begreiflicher, als dass auch die Verdauung bei tiefen Wärmegraden leiden muss, da wir ja die künst-

---

[1]) Wie ich auch in Müller's Arch. 1845. S. 315 anführte. — Vgl. auch: Versuche über den Einfluss der Kälte auf Nervenendigungen und Nervenstämme von E. H. Weber, Müll. Arch. 1847. S. 342 ff.

Digitized by Google

liche Verdauung so abhängig von der Wärme sehen. Nur können wir die Hemmung dieses Processes nicht als die bewirkende Ursache der anderweiten Störungen ansehen. Sie geht aber mit denselben Hand in Hand. Die Verdauung wird überflüssig bei der Torpidität des übrigen Körpers, und eine andauernde Thätigkeit des Körpers würde wiederum nicht ohne Verdauung Statt finden können. Erinnern muss man hier an die Versuche von Chossat über Inanition [1]). Bei Tauben, welche dem Hungertode nahe waren, sank die Temperatur. Gab man ihnen dann Nahrung, so wurde dieselbe nicht verdaut. Bei Anwendung einer gehörig moderirten künstlichen Wärme hoben sich die Kräfte rasch, die Verdauung stellte sich wieder ein, und es wurde öfters möglich, die Thiere noch zu retten. — Freilich wird auch diess kein so einfaches Factum sein, dass man bloss auf die unmittelbare Beförderung der Einwirkung des Speisesaftes auf die Nahrungsmittel Rücksicht zu nehmen hätte [2]).

Ausser den chemischen Processen dürfen wir auch an die Bewegungen des Flüssigen im Festen uns erinnern, welche eine so wichtige Rolle im Leben spielen.

Bei den wechselwarmen Thieren werden also die Bedingungen des chemischen Processes zum Theil verändert sein müssen. Es ist unbedingt zuzugeben, dass ein solches im Eismeere lebendes Thier eine andere Verdauungsflüssigkeit haben muss, als diejenigen Thiere, deren Verdauung unter dem Einflusse höherer Temperaturgrade geschieht. Und es mögen in dieser Hinsicht selbst unter den wechselwarmen Thieren manche Verschiedenheiten sich finden, je nach der Temperatur, an welche sie von der Natur gewiesen sind.

---

[1]) Annales d. sc. nat. 1843. Später in den Mémoires présentés à l'Ac. cett.

[2]) Ueber die Verdauung im Winterschlafe findet sich ein reichhaltiges Capitel in der angeführten Schrift von Barkow.

Digitized by Google

Vielleicht darf man auch hoffen, dass die chemische Analyse der Nervensubstanz wichtige Verschiedenheiten solcher Thiere, welche bei tiefen innern Temperaturen ihr volles Leben haben, und solcher, welche bei diesen Wärmegraden unthätig werden, erstarren oder umkommen, ermitteln wird. Könnten solche Verschiedenheiten nicht in den Fettarten liegen, welche in die Zusammensetzung der Nervenmasse eingehen, in deren verschiedenen Gerinnungsgraden ? [1])

Paradoxer könnte es vielleicht scheinen, wenn wir Verschiedenheiten zwischen verschiedenen Thieren auch in Hinsicht auf die Einwirkung der Wärme auf die eben genannten Bewegungen des Flüssigen im Festen vermutheten. Die organische Substanz, in welcher die tränkende Flüssigkeit sich bewegt, ist freilich sehr ähnlich in sehr verschiedenen

---

[1]) Sehr interessant könnte eine weitere Bestätigung einer Notiz werden, welche mir in Lehmann's physiol. Chemie um so mehr auffiel, als ich sie sogleich mit meinen Vorstellungen über die schwankenden Temperaturen der Extremitäten bei den gleichwarmen Thieren combiniren musste. Lehmann sagt (S. 240), dass das Fett aus der Nierengegend schon bei + 25° erstarrt, während das Fett aus den Waden noch bis + 15° flüssig ist. Eine weiche Beschaffenheit des Zellgewebefettes ist für seine Function wesentlich, wenigstens wo es zwischen beweglichen Organen liegt. Das wäre eine teleologische Auffassung, namentlich für die leichter flüssigen Fettarten zwischen den Muskeln von Theilen, welche tiefere Temperaturen erleiden. Vielleicht darf man auch über die bewirkende Ursache dieser Erscheinung eine Vermuthung wagen. Das Hindurchdringen der Fette durch die Gewebe, also die Ablagerung derselben, wird von der Flüssigkeit bedingt sein. Desshalb können wenigstens die schwerer flüssigen Fettarten an der Ablagerung in gewissen Körpertheilen gehindert sein, so lange dieselben eine zu tiefe Temperatur haben. Freilich erklärt diess gar nicht, wesshalb nicht leichter flüssige Fette auch an den constant wärmern Theilen des Körpers sich finden sollten, und erklärt die andere Seite der Sache auch nur halb. Liegt aber auch nur etwas Richtiges darin, so werden weitere Untersuchungen auch schon weiter helfen.

Digitized by Google

Thieren. Aber eine Differenz der tränkenden Flüssigkeit, schon in Beziehung auf den Wassergehalt könnte wichtig sein. Wird nicht eine reichere Lösung organischer Stoffe in ihren Zuständen mehr durch Wärme bedingt sein können? Kann nicht ihr Eindringen in die feste Substanz mehr Wärme erfordern, als das einer dünnern Lösung?

Es ist aber bekannt, wie dünn das Blut der Fische ist, und wie reich dagegen das der Vögel und Säugethiere [1]). —

Kommen wir nun also auf den Satz zurück, dass den gleichwarmen Thieren eine höhere Gleichmässigkeit des Lebens hat gegeben werden sollen, so mag hier noch die Frage gestellt sein, wesshalb denn wohl im Allgemeinen gerade die kleinern unter ihnen, denen die Erreichung der richtigen Temperaturhöhe ohnehin einen bedeutendern relativen Aufwand kostet, noch höhere eigenthümliche Wärme haben mögen, als die grössern?

Vermuthen mögen wir hier, dass eben diese Wärme, wie sie auf der einen Seite als ein zu erreichender Zweck dasteht, auf der andern Seite auch wieder als Mittel fördernd auf sich selbst zurückwirkt. Sie mag z. B. einen raschern Verdauungsprocess bewirken, und dadurch wieder das Verbrennungsmaterial reichlicher herstellen u. dgl.

Nach diesen Darstellungen können wir nun aussprechen, in welcher Beziehung die Grössenverhältnisse der Thiere zu deren Ausstattung als gleichwarme oder wechselwarme stehen. Wir setzen voraus:

1) dass die Wärmeerzeugung in einem bestimmten Volumen thierischer Substanz zwar schwanken, bei verschiedenen Thieren und in verschiedenen Zuständen

---

[1]) Beiläufig eine Bemerkung über eine anderweite Beziehung jener Wässrigkeit des Fischblutes. Dieselbe erscheint als wichtig, wenn wir an die Gesetze der Endosmose denken, da das Fischblut namentlich in den Kiemen so sehr in Wechselwirkung mit Wasser gesetzt ist.

Digitized by Google

eines Thieres sehr verschieden sein kann, doch aber irgend ein Maximum (auch wohl ein Minimum) haben muss, über welches hinauszugehen die Natur der thierischen Materie nicht gestattet;

2) dass auch die Verhinderung der Wärmeableitung ihre Schranken hat.

Zur Begründung des ersten Satzes weiss ich kein weiteres Argument zu bringen. Aber ich glaube, dass man seine Richtigkeit dennoch nicht läugnen wird.

Für den zweiten Satz will ich nur darauf hinweisen, dass es in einer Beziehung schon schwierig, theilweise unmöglich erscheint, den kleinern Thieren, welche einer Ersparung der Wärme im Allgemeinen bedürftiger sein müssen, als die grossen, eine auch nur eben so starke Decke zu geben als diesen. Für die Fähigkeit des Pelzes, die Wärmeverluste zu beschränken, mag immerhin die Qualität des Haares sehr wichtig sein: ein anderer wichtiger Factor ist immer die Dicke desselben. Nun kann aber ein kleineres Thier im Allgemeinen keinen so dicken Pelz tragen, als ein grösseres. Auch diess geht aus dem Verhältnisse von Volumen und Oberfläche hervor. Ein Pelz von gleicher Dicke ist für ein kleineres Thier eine viel grössere Last, als für ein grösseres, beträgt einen viel grössern Bruch des Totalgewichtes. (Wie diess an sich klare Verhältniss sich aber dennoch wieder mit andern Bedingungen des Organismus complicirt, sieht man aus dem Anhange).

Werden diese Vordersätze zugestanden, so muss durch das Verhältniss, dass der (wärmebildende) Inhalt eines Thieres, bei Verkleinerung desselben in stärkerem Maasse abnimmt, als seine (wärmeverlierende) Oberfläche, auch eine unüberschreitbare Kleinheitsgränze für die gleichwarmen Thiere gesetzt sein. Diess ist evident. Aber es muss vor den weitern Folgerungen allerdings die Frage entstehen: ob die Natur in ihren Productionen dieser Kleinheitsgränze nahe gerückt ist, oder sie gar erreicht hat? Da indessen diese

Digitized by Google

Frage noch an einer andern Stelle zur Besprechung kommen kann, so erlaube man uns vorläufig anzunehmen, dass die kleinsten der gleichwarmen Geschöpfe, die Kolibris, wirklich dieser Gränze nahe kommen.

Ist das nun der Fall, so können wir folgern, dass für die Ermöglichung der ungemeinen Menge noch weit kleinerer Wesen, welche die Natur hervorgebracht hat, ein Theil der Vollkommenheiten der gleichwarmen Thiere aufgegeben werden musste, dass die Organisation der wechselwarmen für diese Formen zur Nothwendigkeit wurde.

Es scheint mir, als könnte man hierin wohl eine theilweise Aufklärung über die Zweckmässigkeit und Nothwendigkeit dieser Verhältnisse erblicken. Es hat nun aber freilich die Natur nach demselben Plane der wechselwarmen Organisation, nach welchem die unzähligen kleinen Thiere aus der so eben erkannten Ursache geschaffen werden mussten, auch noch viele gebildet, welche ihren Grössenverhältnissen nach wohl gleichwarme Thiere hätten sein dürfen. Diess muss ich bemerken, damit man mich nicht missverstehe, als habe ich zuviel erklären zu können gemeint. Aber damit, dass jene Erklärung nicht alle wechselwarmen Thiere umfasst, ist sie keineswegs ganz gefallen. Die Natur bildet auf die manchfaltigste Weise Uebergänge, und wir sehen öfter bei einer Naturproduction einen wichtigen Zweck ein, welcher uns erklärt, wesshalb dieselbe (um es recht menschlich auszudrücken) erfunden werden musste, ohne dass dieser Zweck jedes Mal vorliegt, wo diese Production sich zeigt. Wäre es nicht verkehrt, wenn man sagen wollte, der wesentlichste Zweck der Behaarung der Säugethiere sei nicht die Beschränkung der Wärmeableitung, weil die einzelnen Haare auf der Haut des Menschen, oder der grossen Pachydermen, diesen Zweck nicht erfüllen?

Uebrigens ist es noch vielleicht nicht überflüssig, auf einige Rücksichten hinzuweisen, welche bei Vergleichung

Digitized by Google

der geringsten Grössen der gleichwarmen Thiere mit den Grössen der wechselwarmen zu nehmen sind. Nach einer gehörigen Beobachtung derselben wird sich finden, dass die Anzahl der wechselwarmen Thiere, welche gross genug wären, um gleichwarm sein zu können, nicht so bedeutend ist, als auf den ersten Blick scheinen könnte.

Es ist nämlich natürlich, bei dieser Vergleichung auf die Verhältnisse, unter welchen die Thiere leben, in der Weise Rücksicht zu nehmen, dass die Grössen der wechselwarmen Thiere nicht überall mit den kleinsten bekannten (und der Gränze möglicher Kleinheit wahrscheinlich nahe liegenden) gleichwarmen (also den Kolibris) zusammengehalten werden, sondern es ist Rücksicht auf das Klima und ganz besonders auf das Medium zu nehmen, in welchem die Thiere leben.

Wenn also z. B. die grosse Mehrzahl der Fische grösser sind als die kleinsten gleichwarmen Thiere, so ist damit nichts gesagt. Denn wir müssen als wahrscheinlich annehmen, dass so kleine gleichwarme Thiere im Wasser durchaus unmöglich wären. Die hoch liegende Kleinheitsgränze der gleichwarmen Wasserbewohner mag hier allenfalls einen Maassstab geben, wiewohl wir nicht genug von ihrer Lebensweise wissen, um uns mit einer bedeutenden Wahrscheinlichkeit dahin auszusprechen, dass die Natur mit ihren kleinsten gleichwarmen Wasserthieren der Gränze möglicher Kleinheit sehr nahe gekommen ist.

Zum Beschlusse dieser Betrachtung noch eine Einwendung, welche sich mir einen Augenblick stellte, welche aber zum Theil schon in dem eben Gesagten beseitigt ist.

Es scheint unverkennbar, dass der Wirbelthiertypus sich zur Erreichung sehr geringer Grössen nicht geeignet hat. Der Abstand zwischen den kleinsten Wirbelthieren und den kleinsten Thieren überhaupt ist noch immer ungeheuer. Die gleichwarmen Thiere sind nun Wirbelthiere, und man könnte fragen, ob nicht bloss darin der Grund liege, dass

Digitized by Google

die Natur keine kleinern Vögel und Säugethiere hervorgebracht hat, als geschehen.

Wir haben aber eben desshalb vorhin schon gerade die Beispiele von den wechselwarmen Wirbelthieren hergenommen. Eine sehr grosse Anzahl derselben ist unzweifelhaft kleiner, als gleichwarme Thiere in gleichem Klima und Medium sein könnten.

Höchst merkwürdig bleibt das genannte Factum aber immer, dass die Wirbelthiere so weit entfernt von mikroskopischen Grössen bleiben. Worauf beruht das? Wem wird es vergönnt sein, den Schleier dieses Geheimnisses zu heben?

II.

Nach dieser Untersuchung über den Einfluss der Grössenverhältnisse auf die Verschiedenheit des Organisationsplanes der Thiere als gleichwarme und wechselwarme, lassen wir noch die andere folgen, ob überhaupt und inwieweit die Grössen der gleichwarmen Thiere durch die erörterte Beziehung zwischen Grösse und Gleichwärmigkeit in ihren Extremen begrenzt erscheinen?

Es ist aus dem Vorigen klar, dass man das Verhältniss zwischen Volumen und Oberfläche als ein wichtiges Glied in dem causalen Complex zu betrachten hat, welcher die bestimmte Temperatur der Homöothermen hervorbringt. Sind Volumen und Oberfläche einerseits gegeben, so müssen die beiden andern Factoren, die relative (auf Volumseinheiten bezogene) Wärmeentbindung und die Ableitungsbedingungen sich darnach richten, und wenn dann noch einer dieser Factoren bestimmt ist, so ist der andere ebenfalls gegeben. Die Grössenverhältnisse der Homöothermen können natürlich nur insoweit variiren, als es die möglichen Verschiedenheiten jener beiden andern Factoren erlauben.

Aus den wirklich vorhandenen Grössenverschiedenheiten können wir dann umgekehrt erkennen, in wie ausgedehntem

Digitized by Google

Maasse die Natur diese beiden Factoren zu modificiren im Stande ist.

Die Wandelbarkeit des einen derselben, der relativen Wärmeentbindung, muss auf Qualität und Quantität der Nahrung beruhen, und wird vielleicht auf noch einfacherm Wege aus den Respirationsproducten zu beurtheilen sein. Künftige Untersuchungen, bei denen etwa Thiere von noch bedeutendern Grössenverschiedenheiten gewählt würden, bekommen nun ein neues Interesse.

Im Allgemeinen mehr zu Tage liegend, dabei aber gewiss viel schwieriger für bestimmte Thiere auf bestimmten Ausdruck zu bringen, sind die verschiedenen Bedingungen der Wärmeableitung: Hautwärme und Verdunstung, Beschaffenheit des Pelzes u. s. w., Klima, Lebensweise innerhalb desselben, Medium, in welchem sich die Thiere aufhalten.

Jemehr nun die Wärmeableitung beschränkt, die Wärmebildung erhöht ist, um so kleiner, und jemehr das Gegentheil Statt findet, um so grösser muss das Thier sein; wir können uns denken, dass die Natur über gewisse Grössenverhältnisse nicht hat hinausgehen können, weil es in den Verhältnissen der Wärmeableitung und Wärmebildung gewisse unüberschreitbare Extreme gäbe. Bei den Thieren, deren Grösse zwischen beiden Extremen liegt, müssten dann die beiden Factoren in verschiedenen Verhältnissen sich finden. Da aber ein jeder von beiden wieder das Resultat einer Reihe von Umständen ist, so wird neben einer einfachen strengen Formel eine grosse Manchfaltigkeit aus der verschiedenartigen Combination dieser Umstände begreiflich.

Wir können nun die Untersuchung, ob die Natur in ihren wirklich vorliegenden Schöpfungen irgendwo beschränkt erscheint, weil die Mittel zur Modification der Wärmebildung und Ableitung in der einen oder andern Richtung erschöpft waren, in verschiedener Weise führen, je nachdem wir sie mehr allgemein halten, oder eine oder die andere nähere Bedingung hinzusetzen.

Digitized by Google

Es kann sich hiernach, was ich vorzutragen wünsche, in drei Unterabtheilungen gliedern.

1.

Wenn wir zunächst fragen, ob überall in der bezeichneten Weise Extreme der Grösse erreicht worden sind oder nicht, so haben wir uns nur nach den grössten und kleinsten homöothermen Geschöpfen umzusehen und deren Lebensbedingungen zu prüfen.

Es ist hiernach nun schon wichtig, dass wir allerdings die grössten Thiere, die Wallfische, unter solchen Verhältnissen finden, welche die Wärmeableitung in sehr hohem Grade steigern müssen.

Aber es ist wohl mit einiger Sicherheit zu behaupten, dass hier dennoch das von uns gesuchte Extrem noch nicht vorhanden ist.

Denn dieses Extrem müsste genau genommen da und nur da gefunden werden können, wo die äussersten Kältegrade, welche in der See möglich sind, vorkommen.

Man wird es aber vielleicht schon von vornherein unwahrscheinlich finden, dass unter solchen Umständen das Leben derjenigen wechselwarmen Thiere, von welchen die grossen Cetaceen sich ernähren müssen, seine hinreichenden Bedingungen fände.

Es dürfte also sehr wohl der Nahrungsmangel, also eine fremdartige Bedingung sein, welche es verhinderte, dass die Natur bei irgend einem homöothermen Thiere die höchste auf der Erde mögliche Wärmeableitung anwendete.

Ausserdem aber leben schon die grossen Cetaceen, wenn auch weit gegen die Pole hin, doch nicht so sehr auf diese hohen Breiten beschränkt, dass man sie in unserm Sinne für ein unüberschreitbares Grössenextrem halten könnte.

Somit mögen wir ohne Schaden von den anderweiten Untersuchungen ganz schweigen, inwieweit die Nahrung dieser Thiere mehr oder weniger zur Entbindung von Wär-

Digitized by Google

me geeignet, ihre Hautbedeckungen zur Ableitung derselben geschickt erscheinen. Es würde darüber ja ohnehin kaum etwas Förderliches gesagt werden können, aus Mangel an Beobachtung.

Ein Umstand sei aber erwähnt, indem er evident für eine geringe relative Wärmebildung spricht. Das ist nämlich die geringe Muskelthätigkeit dieser Thiere. Auch dieser Gegenstand ist freilich der Art, dass wir nicht alle seine Bedingungen in wünschenswerthem Maasse überblicken können. Wir werden im Anhange nämlich daran erinnern müssen, dass im Allgemeinen mit der Grösse der Thiere die Ansprüche an die Muskelthätigkeit zunehmen, so dass von zwei möglichst ähnlich gebauten Thieren von verschiedener Grösse das grössere relativ mehr Muskelmasse bedürfen würde, als das kleinere. Bei den Cetaceen ist aber ein grosser Theil der Wirkung dieses Gesetzes eben dadurch aufgehoben, dass ihnen das Wasser als Aufenthalt angewiesen worden ist. Denn dadurch wird von den beiden allgemeinsten Aufgaben der Muskelmasse, welche namentlich bei den übrigen Säugethieren und den Vögeln durch die Extremitäten realisirt werden: Stützung und Propulsion, die erstere geradezu gestrichen. Die Cetaceen bedürfen keines Kraftaufwandes, um ihre Körpermasse zu tragen, sondern haben dieselbe nur fortzustossen.

Da nun mit der Muskelthätigkeit die Bindung des Sauerstoffes und Wärmebildung wächst, so ist es für die vorliegende Betrachtung sehr wichtig, bei den grössten Homöothermen Verhältnisse zu finden, durch welche Muskelthätigkeit möglichst erspart, Wärmebildung also möglichst beschränkt wird.

Wir werden diese Ersparung der Muskelthätigkeit auch noch in anderer Beziehung als nothwendig erkennen und so die Befriedigung gewinnen, einige Nothwendigkeiten in den organischen Naturproducten wahrzunehmen, und eine Ahnung zu fassen, wie die Natur auch hier mathematischen Gesetzen

Digitized by Google

folgt und dabei durch den Reichthum der Hülfsmittel dennoch eine ausserordentliche Manchfaltigkeit erreicht.

Wir haben schon vorhin darauf aufmerksam gemacht, wie bewundernswerth es ist, dass bei Thieren von so sehr verschiedener Grösse dennoch gleiche Temperaturen haben erlangt werden können. Es ist diess noch bewundernswerther, wenn wir die neue Schwierigkeit erwägen, welche aus dem Conflicte des eben anticipirten Gesetzes mit dem im Allgemeinen herrschenden Bedürfnisse hervorgeht, die Wärmebildung in homöothermen Thieren um so mehr zu vermindern, je grösser sie sind. Denn dieses Gesetz, welches eine nicht bloss absolute, sondern auch zum Gewichte relative Vermehrung der Muskelthätigkeit bei grössern Thieren fordert, würde grade Vermehrung der relativen Wärmebildung zur Folge haben. Wir werden eben im Anhange anzudeuten haben, durch welche Mittel (soweit wir sie nämlich erkannt haben), ungeachtet der Beobachtung auch dieses Gesetzes, die Manchfaltigkeit, die wir bewundern, möglich geworden ist.

Zweitens hätten wir die kleinsten homöothermen Thiere zu berücksichtigen und zu fragen, inwieweit ihre körperliche Bildung und ihre Lebensverhältnisse darauf hinführen, dass in ihnen das Extrem der Kleinheit völlig oder nahezu erreicht ist, welches bei den Bedingungen der Homöothermie möglich war.

Es versteht sich bei der Art unserer naturhistorischen Erkenntnisse von selbst, dass hier nicht von einem scharfen Beweise die Rede sein kann, sondern nur von einer Zusammenstellung von Gründen, welche unserm Urtheil allerdings mit ziemlicher Stärke eine gewisse Richtung geben.

Es sind besonders zwei Motive, welche hier hervortreten. Das eine wird durch das Vaterland dieser kleinen Thiere gegeben. Sie leben auf die wärmsten Theile Amerika's beschränkt. Wenn einige im Sommer ihren Aufenthalt über die Tropen hinaus ausdehnen, als Zugvögel leben, so

Digitized by Google

ist das schon nicht so gar wichtig, so lange dieselben nicht zu den kleinsten Arten gehören, was, soviel ich habe finden können, wohl nicht der Fall sein dürfte. Ferner ist die Frage, ob ihre Sommeraufenthalte nicht der tropischen Wärme sehr nahe stehen [1]).

Das zweite Motiv ist in der Activität dieser kleinen Geschöpfe gegeben, welche alle Beobachter in Staunen versetzt: der Geschwindigkeit ihres Fluges ist das Auge nicht im Stande zu folgen — die Bewegungen der Flügel sind so rasch, dass der schärfste Beobachter sie nicht aufzufassen vermag — er nimmt seine Nahrung nur zu sich, indem er fliegend über der Blume schwebt. So sagt unter Andern Pennant von Trochilus colubris [2]). Er bedient sich sogar des starken Ausdruckes „Lightning is scarcely more transient than its flight.“ —

Wir haben hier also einen Aufwand von Muskelkraft, der seines Gleichen sucht. Und auch hier hat diese Erscheinung eine Doppelbeziehung. Nach dem eben schon erwähnten Gesetze haben im Allgemeinen die Thiere für ihre Bewegungen um so weniger Muskelthätigkeit im Verhältnisse zu ihrem Gewichte nöthig, je kleiner sie sind. Hierdurch wird es also erschwert, in kleinen Thieren die mit der Muskelthätigkeit so innig verbundene Wärmeentbindung in dem nöthigen Grade zu steigern. Was da als Aushülfe angewandt werden kann, darüber ist abermals im Allgemeinen auf den Anhang zu verweisen. Besonders ist hier aber, ausser der angeführten erstaunlichen Schnelligkeit und Dauer

---

[1]) Trochilus colubris brütet bis in Canada, aber im Winter ist ihm selbst Carolina zu kalt. Tr. collaris wird zahlreich am Nutkasunde, also unter 50° N. Br. an der amerikanischen Westküste gefunden. (Nach Pennant, Arctic Zoology. Vol. II. p. 286—290.) Ueber das Ziehen des letztern ist dort nichts gesagt. Treviranus (Biologie II. 192) giebt es jedoch als Thatsache, dass der genannte nur der Sommeraufenthalt sei.

[2]) A. a. O. S. 287.

Digitized by Google

der Thätigkeit, vielleicht noch zu erinnern, dass wenigstens viele von diesen kleinen Thieren mit einem Federschmuck beladen sind, welcher im Verhältniss zu diesen kleinen Körpern bedeutend genannt werden muss, und sowohl als Last, als auch für das Fliegen als Widerstand sehr in Rechnung kommt, so dass dadurch eine grössere Muskelmasse nothwendig wird, als sonst diesen kleinen Körpern zukommen würde.

Ueberall aber hat man der Bewegung der Vögel seit lange einen viel grössern Kraftaufwand als derjenigen der Säugethiere zugeschrieben. Ist diess eine Thatsache [1]), so brauchen die Beziehungen derselben wohl kaum genannt zu werden. Es würde sich dadurch auf die einfachste Weise erklären, wesshalb die kleinsten Homöothermen eben Vögel sein können, da sie durch den verhältnissmässig bedeutenden Muskelapparat und dessen Thätigkeit die hinreichende relative Wärmemenge zu schaffen im Stande sind.

Inwieweit die Nahrung nach Quantität und Qualität bei den kleinsten Vögeln besonders zu einer bedeutenden Wärmebildung geeignet ist, darüber mangeln wohl die hinreichenden Nachrichten.

Auch über die Federbedeckung, insoweit dieselbe als Wärmeleiter zu beurtheilen wäre, wage ich nichts zu sagen. Im Ganzen mögen wir also wohl aufstellen, dass einige Gründe sehr auf vermehrte Wärmebildung und verminderte Ableitung hindeuten, während nichts entschieden dagegen Sprechendes uns aufgestossen ist; dass daher die Annahme vorläufig gewagt werden darf, die Natur sei in diesen kleinen Organismen dem Kleinsten, was sich homöothermisch organisiren liess, nahe gekommen.

Vielleicht stellt sich diess durch anderweite Ueberlegungen oder durch einschlagende Beobachtungen später ein

[1]) Prechtl erklärt sich neuerlich gegen diese Ansicht. S. Untersuchungen über den Flug der Vögel. §. 240. Wir kommen hierauf zurück.

Digitized by Google

Mal etwas anders, aber ein Fehlschluss unserer Seits wird gewiss in einer so neuen und verwickelten Sache leicht billige Entschuldigung finden.

2.

Nach dieser nur auf die äussersten Grössenverhältnisse gerichteten Untersuchung betrachten wir etwas näher die Vertheilung kleinerer und grösserer Homöothermen über die Erdoberfläche und im Meere, um zu sehen, wie weit sich in derselben Wirkungen unseres Gesetzes angedeutet finden, oder inwieweit dieselben durch den Reichthum an Hülfsmitteln verdeckt sind, so dass grosse Thiere in warmen, kleine Thiere in kalten Klimaten sich finden.

Es ist mit einem Worte abgethan, und für uns sehr wichtig, dass sowohl die untere als die obere Grössengränze der im Wasser lebenden Homöothermen hoch über den entsprechenden Gränzen aller in der Luft lebenden stehen. Es darf hierin wohl eine Wirkung (oder Mitwirkung) unseres Gesetzes entschieden anerkannt werden.

Auch unter den Vögeln finden sich die von kleinsten Dimensionen auf den Landaufenthalt beschränkt. Die Grössen der Schwimmvögel steigen, soviel mir bekannt, nicht unter die der Phalaropus. — Der Wasseraufenthalt dieser Thiere ist aber auch viel weniger wärmeentziehend als bei den Säugethieren, da sie nur beim Tauchen ganz vom Wasser umgeben sind und doch stets eine Luftschicht zwischen Haut und Wasser behalten. So können die Schwimmvögel wohl sehr viel kleiner als die Wassersäugethiere sein. Die Phalaropus scheinen mir zudem keine sehr anhaltenden Schwimmer zu sein.

Ein Blick auf die Landthiere zeigt uns aber die scheinbar widersprechendsten Verhältnisse. Die grössten Pachydermen in heissen Klimaten und nichts ihnen vergleichbares in kälteren, während kleine Thiere weit gegen die kalten Zonen hin wohnen, und, vielleicht das stärkste Beispiel da-

Digitized by Google

von, der Zaunschlüpfer selbst bis gegen die Polarzone hin überwintert.

Da liegt denn das sogleich auf der Hand, dass in den gemässigten und kalten Gegenden die äussersten, nach unserm Gesetze möglichen Grössen nicht erreicht sind, da eben die heisse Zone grössere Geschöpfe beherbergt. Das ist natürlich kein Widerspruch gegen das Gesetz, der unmöglich Statt finden kann. Die Natur hat nur die Schranken nicht ausgefüllt, welche sich nach jenem Gesetze gefunden hätten. Die grössten Landthiere der kühlern Zonen sind aus irgend welchen Gründen nicht geschaffen, welche uns für den Augenblick gleichgültig bleiben. Im Anhange wird es vielleicht wahrscheinlich gemacht werden, dass die Natur in der Bildung von wirklichen Landthieren (aus erkennbaren Gründen) nicht gar viel über die Grösse des Elephanten u. s. w. hinausgehen könnte. Wesshalb dann aber nicht mindestens diese Grössen sich verbreitet finden, so weit es die Nahrung erlaubt, ist unbegreiflich und sieht um so mehr wie Zufall aus, wenn man an die grosse Verbreitung elephantenähnlicher und anderer grosser Thiere in frühern Schöpfungsperioden sich erinnert.

Aehnliches ist ohne Zweifel von den Vögeln zu sagen. Es sind theils mechanische Schwierigkeiten, theils unbekannte Umstände, wir wollen sagen Zufall, wodurch die Grössengränze der Vögel nach oben bedingt ist. Namentlich würde ich Letzteres für die Wasservögel annehmen. Weder die Rücksicht auf mechanische Schwierigkeit, noch auf den Calor animalis kann es verhindern, dass wir nicht noch weit grössere fluglose Schwimmvögel als die wirklich existirenden erhalten haben, oder gar eine Modification des Vogeltypus, welche sich zu den übrigen verhielte, wie die Cetaceen zu den Säugethieren.

Will man nun von der Verbreitung der Thiere durch verschiedene Klimate sprechen, so müssen vorerst Umstände in Erwägung gezogen werden, durch welche dieser

Digitized by Google

Gegenstand eine etwas verwickelte Beschaffenheit bekommt, zugleich aber auch Manches, was paradox scheinen könnte, sich erklärt. Schon für die Pflanze ist die Bestimmung der klimatischen Bedingungen bei weitem nicht abgethan mit der mittlern Wärme und Feuchtigkeit der Gegend, in welcher sie lebt. Es ist die Vertheilung der Wärme auf die Jahres- und Tagszeiten, continentales und Küstenklima, schwächere oder stärkere nächtliche Wärmeausstrahlung, je nachdem der Himmel mehr rein oder bewölkt zu sein pflegt, von grösster Wichtigkeit, während bei sehr verschiedenen Werthen dieser Elemente die mittlere Temperatur dieselbe sein kann. Und dann ist es auch selbst nicht diese Lufttemperatur allein, sondern es kommt sehr in Frage, wie weit eine Pflanze Schatten oder Sonne hat oder bedarf.

So sind auch die Bedingungen des Klima's für die Thiere keineswegs so einfach auszusprechen, und manches ohne Zweifel auch für sie sehr wichtig, was eben genannt wurde, während noch neue Umstände hinzutreten.

Bei den Thieren würde namentlich zu einer genauen Bestimmung der Wärmeableitungsverhältnisse, unter welchen sie sich das Jahr hindurch von Seiten des Klima's befinden, eine hinreichende Beobachtung ihrer Lebensweise nöthig sein, insofern dieselbe sie der Sonne, oder doch den wärmern Tageszeiten, oder im Gegentheil den kühlern Stunden mehr aussetzt, inwiefern sie sich dem Eingriffe der Winterkälte durch Höhlenbau u. dgl. entziehen oder nicht. Diese Mittel haben die Bedeutung, dass sie nicht nur ein und dasselbe Klima zu einem verschiedenen für verschiedene Thiere machen, sondern sie können auch, gleichmässig angewandt bei Klimaten von gleicher mittlerer Wärme, eine sehr verschiedene Wirkung haben.

So wie zwei verschiedene Pflanzen, welche in Ländern von gleicher mittlerer Wärme gedeihen, einer ganz verschiedenen Wärmemenge, selbst abgesehen von dem Einflusse

Digitized by Google

der Sonne, geniessen können, so auch die Thiere. Eine Pflanze, welche in einem Klima mit starken Gegensätzen des Sommers und Winters einen gleich langen Winterschlaf hat, als eine andere in einem Inselklima von gleicher mittlerer Wärme, geniesst für ihre Vegetationszeit ein grösseres Wärmequantum als die letztere. In ähnlicher Weise ist ein Thier im Vortheil, welches sich in einem stark schwankenden Klima dem Winter mehr oder weniger durch Höhlen in der Erde entzieht, vor demjenigen, welches in einem gleichmässigen Klima ähnlich lebt.

Eben so und in einem noch höheren Grade muss es auch wirken, wenn ein Thier nur für den Sommer homöotherm ist, im Winter aber pökilotherm wird, ein Winterschläfer ist. Es wird sich für seinen Winterschlaf einen Ort suchen, welcher allzu tiefen Temperaturen unzugänglich ist. Die Wärmeentziehung während des Winterschlafes ist gering, weil die Differenzen der Wärme zwischen Thier und Umgebung, nach Art der pökilothermen Thiere gering sind. Bekanntlich sind es aber vorzugsweise die kleinern Thiere, welche die Gabe des Winterschlafes besitzen und dadurch für kältere Klimate geeignet werden, als sonst möglich wäre.

Diese Umstände, wenn sie auf der einen Seite eine genaue Beurtheilung für jetzt erschweren, dienen doch andererseits dazu, uns die Verbreitung mancher kleinern Thiere nach den Polen hinauf begreiflicher zu machen. In dem continentalen Klima Sibiriens hausen viele kleine Thierarten, und von manchen ist es bekannt, wie sehr sie sich in der Erde dem harten Winter zu entziehen wissen [1]).

Es ist vom Zaunschlüpfer, den wir vorhin als Extrem anführten, bekannt, dass sein Nest sehr gross und dicht,

---

[1]) „Die Marmotte vergräbt sich 6 Fuss, der Bobac in Sibirien 20 Fuss tief." Barkow, der Winterschlaf. S. 474. Die Notiz rührt von Prunelle her. — Wie wichtig ist diess gerade für ein Klima mit solchen Gegensätzen von Winter und Sommer, wie in Sibirien!

Digitized by Google

in einer fast unförmlichen Masse von Moos angelegt ist. (Das Thierchen ist dabei von grosser Thätigkeit und Gefrässigkeit, sucht im Winter seine Nahrung in und an den Wohnungen der Menschen. Aehnliche Züge finden wir in der Naturgeschichte der noch kleinern, aber auch gegen die Kälte weniger unempfindlichen Reguli). Andere Mittel die Wärmeverluste zu mindern, sind: das Aufsuchen der Sonnenstrahlen, das Zusammenballen des Körpers. Das erstere sah ich mehrfach im Winter in sehr auffallender Weise: an Bergwänden, welche nach Süden abfielen, kamen die Mäuse zum Vorschein bei warmer Sonne, und waren mit nichts beschäftigt, als sich ihren Strahlen auszusetzen. Eben so Schaaren von Goldammern, ruhig an geschützten schneefreien Stellen sitzend, die glänzende Brust der Sonne zugekehrt. — Bekannt ist es, wie vollkommen sich die Haselmaus zusammenballt, so dass man sie in ihrem Schlafe wie eine Kugel rollen kann.

Die Wirkungen des Wanderns, welches in gewissem Sinne für die Vögel auf eine schönere Weise vertritt, was den Säugethieren ein winterliches Höhlenleben und Winterschlaf ist, sind evident genug. Es wird dadurch kältern Klimaten eine Fauna geliehen, welche nicht ganz ihnen eigen sein kann.

Ein anderer für einzelne Thiere sehr wichtiger Punkt der Lebensweise, welcher die Wärmeverluste eigenthümlich bedingt, ist die grössere oder geringere Neigung zum Aufenthalte im Wasser. Manche Säugethiere werden bei Gelegenheit ihrer Nahrungserwerbung in dasselbe geleitet; bei andern fehlt dieser Zweck, und es tritt dann um so deutlicher hervor, dass bei ihnen eine Abkühlung bezweckt wird, welche aber natürlich auch bei denen beabsichtigt und in den Organisationsplan, in die Wärmeökonomie eingerechnet sein muss, welche nebenbei andere Zwecke im Wasser verfolgen. Es ist wichtig, dass wir die Neigung zum Baden oder auch längeren Aufenthalte in Wasser oder

Digitized by Google

Sümpfen gerade bei den grössten Thieren der heissen Himmelsstriche finden. Das Rhinoceros wirft sich gern in Sümpfe und das Wasserleben des Hippopotamus ist bekannt genug. Auch der Elephant liebt das Wasser, muss regelmässig zum Bade geleitet werden, und ersetzt im Nothfalle auch das Baden wohl theilweise dadurch, dass er Wasser mit dem Rüssel schöpft und die Oberfläche seines Körpers damit begiesst [1]). Wie höchst bezeichnend sind diese Züge!

Und dazu nehme man die von Haaren entblösste Haut dieser Thiere, die Neigung zum Wald- und Nachtleben. Auch gedeiht der Elephant nicht am besten in den heissesten Theilen seines heissen Vaterlandes.

---

[1]) Vgl. (Buffon) Hist. naturelle. T. XI. (Quartausgabe von 1754) S. 13. Die Elephanten lieben das Ufer der Flüsse, tiefe Thäler, schattige und feuchte Gegenden; sie können das Wasser nicht entbehren — — sie können Kälte nicht ertragen und leiden auch unter zu grosser Hitze; um ihr zu entgehen, dringen sie so tief als möglich in die dunkelsten Wälder ein; auch gehen sie oft ins Wasser. — —

S. 40. Er fürchtet die übermässige Hitze und wohnt nie in den heissen Sandflächen, sondern findet sich bei den Negern nur an den Flüssen häufig; in Indien dagegen heissen die mächtigsten und muthigsten, am besten bewaffneten: Gebirgselephanten und bewohnen in der That die Höhen. — —

S. 43. Man giebt ihm auch Kräuter zur Erfrischung, denn er erhitzt sich leicht, und man muss ihn täglich zwei bis drei Mal ins Wasser führen und sich baden lassen. Er lernt leicht sich selbst zu waschen, nimmt Wasser in den Rüssel, führt es in das Maul um zu saufen, und lässt dann, indem er den Rüssel nach hinten richtet, den Rest über alle Theile seines Körpers fliessen. — Zu vergl. noch S. 66—67; S. 145 (über Epidermis, welche stellenweise recht dünn ist, und über die Behaarung).

S. 181. Von einem gefangenen Rhinoceros: es trank nur Wasser und sehr viel auf ein Mal. — S. 100. Diese Thiere sind wie die Schweine, sehr geneigt sich im Kothe zu wälzen, lieben feuchte sumpfige Orte und verlassen die Flussufer eben nicht; S. 200. Ueber die Haut, deren Dicke durch das mächtige Corium entsteht, während die Epidermis dünn ist. —

Digitized by Google

So finden wir also in körperlichen Verhältnissen und Lebensweise dieser Thiere, die wir bei dem untersuchten Gesetze erstaunt sein durften ungeachtet ihrer Grösse in so heissen Ländern zu finden, gerade die deutlichsten Wirkungen dieses Gesetzes. Es scheint klar, dass die Gränze der möglichen Grösse für jene Klimate erreicht, ja fast überschritten ist: letzteren Ausdruck könnte man gebrauchen, insofern die Thiere durch die mehr künstliche Bedingung des Badens offenbar das Klima für sich herabstimmen [1]).

Am wenigsten ausreichend sind unsere Kenntnisse über Quantität und Qualität der Nahrungsmittel und die daraus resultirenden Wärmequantitäten. Aber es scheint, dass auch die mehr fragmentarischen und durchaus nicht mit Hinblick auf einen so bestimmten Zweck wie den unsrigen gesammelten Notizen, welche die Naturgeschichte besitzt, dennoch im Allgemeinen auf das Resultat leiten, dass mit der Kleinheit der Thiere und der Kälte des Klima's die Gefrässigkeit zunimmt. Es versteht sich, dass man sich nicht durch die Grösse absoluter Zahlen darf imponiren lassen, wie sie z. B. die tägliche Nahrung eines Elephanten ausdrücken. Auch muss der Qualität der Nahrung immer Rechnung gehalten werden, da es ja scheint, als wenn namentlich fetthaltige Nahrungsmittel in Beziehung auf Wärmebildung viel grössere Gewichte anderer Nahrungsmittel, besonders der stickstoffhaltigen zu vertreten vermöchten.

Endlich wären noch die Körperformen der Thiere zu erwähnen, da bei ihrer Verschiedenheit es sich herausstellen muss, dass doch bei weitem nicht genau nach dem vorausgeschickten Verhältniss die Oberfläche zum Volumen bei kleinen Thieren wächst, bei grössern abnimmt.

So zeigt es sich z. B. auf den ersten Blick, dass die sehr abgerundeten Formen der grossen Pachydermen eine

---

[1]) Man erinnere sich hier auch der Dinotherien u. s. w. der Vorzeiten.

Digitized by Google

im Verhältniss zu ihrem Volum noch geringere Oberfläche darbieten, als es der Fall sein würde, wenn wir z. B. eine Maus durch gleichmässige Multiplication ihrer verschiedenen Durchmesser zu einem solchen Ungeheuer anschwellen liessen. In dieser Hinsicht wären also jene grossen Thiere unzweckmässig gebaut für die Vermehrung der Wärmeverluste, auf welche die Natur sonst bei ihnen so evident hinarbeitet. Diese Inconvenienz ist ohne Zweifel durch mechanische Nothwendigkeiten bedingt. Inwiefern sich diess von dem verhältnissmässig kurzen Rumpfe des Elephanten und den säulenförmigen Füssen der grossen Pachydermen überhaupt begreifen lässt, davon später. Die Natur musste unter dem Zwange dieser mechanischen Bedingungen die Wärmeableitung auf andere Weise steigern, als durch Vergrösserung der Körperfläche.

Ein Extrem von Ausbreitung der Körperoberfläche im Verhältniss zum Volumen bietet auf der andern Seite eine Familie dar, welche meist kleine, zum Theil sehr kleine Formen zählt: die der Fledermäuse. Die Abkühlung durch die Fläche der Flügel ist aber sicher nicht so gar gross, da dieselben bei ihrem nicht bedeutenden Blutreichthum gewiss eine geringe Temperatur haben. Ausserdem ist dann auch hier das Aushülfsmittel des Winterschlafs und des Aufenthaltes an geschützten Orten ganz besonders angewandt. Uebrigens erkennen wir in den Formen der kleinen Säugethiere nichts Auffallendes in Bezug auf Wärmeökonomie. Vortheilhaft ist es jedoch immer, dass, je kleiner die Thiere sind, um so leichter die Extremitäten auch in einem mässigen Pelze mit verborgen werden können. So erscheint ein kleines Thier, wenn es sich zusammenrollt, als eine einfache vom Pelz umhüllte Kugel, was bei grössern Thieren nur durch eine enorme Behaarung zu erreichen wäre.

Bei den kleinen Vögeln sind die Formverhältnisse entschieden günstig. Der Leib bildet eine der rundlichen Form angenäherte Masse. Kopf und Hals bilden, wenn wir den

Digitized by Google

Vogel in seiner Federdecke betrachten, einen kurzen Fortsatz an derselben, was bei dem langen Halse des Skelettes durch Krümmung möglich wird. Von den aus der Befiederung hervortretenden Theilen der hintern Extremitäten dürfen wir vermuthen, dass sie eine wechselnde Temperatur haben. Hier sind weder Nerven noch Muskeln, welche einer höhern Temperatur bedürfen könnten. Denn Tastorgane sind diese Glieder nicht, und ihre Muskelapparate liegen möglichst hoch hinauf. So bedürfen sie auch nur wenig Blut. —

Sehr schön sind dann endlich bei den Vögeln die äussern Bedeckungen eingerichtet. Es findet zwischen ihnen und denen der Säugethiere ein wesentlicher Unterschied Statt, den man so ausdrücken kann, dass durch das Gefieder in einiger Entfernung von der Haut eine zweite Wand gebildet wird, durch welche ein abgesperrter Raum für die Luftschicht entsteht, welche zunächst ihre Wärme von der Körperoberfläche empfangen hat. Diess ist durch die Krümmung der bedeckenden Federn erreicht, deren Anfangstheil unter einem Winkel gegen die Körperfläche steht, während das breitere Ende wieder mehr oder weniger dieser Fläche parallel liegt, so dass sie unter einander eine Art von Decke bilden, deren Zusammenhang nur gestört werden kann, wenn ein Luftstrom den Vogel von hinten trifft. Bei der Bewegung des Vogels werden die Federn aber immer in dieser vortheilhaften Lage erhalten.

3.

Endlich habe ich den Versuch gemacht, noch auf einem andern Wege den Ausdruck des besprochenen Gesetzes in der Natur zu finden.

Wir sehen die Möglichkeit sehr verschiedener Grössen homöothermer Thiere in einem und demselben Klima; diese Möglichkeit ist bedingt durch die Veränderlichkeit der Factoren der Wärmebildung und derjenigen der Ableitung

Digitized by Google

mit Ausschluss des Klima, welches wir als gegeben betrachten.

Die Breite dieser Modificationen, welche sämmtlich auf der Organisation beruhen, muss natürlich um so mehr abnehmen, je ähnlicher die Thiere einander in ihrer Organisation sind. So differente Grössen, wie sie in den Extremen in den verschiedenen Klimaten, besonders im tropischen gegeben sind, setzen grosse Verschiedenheiten der Organisation voraus, wie zwischen Kolibri und Elephant u. s. w.

A.

Wenn sich nun zwei Thierspecies fänden, welche durchaus nur in Hinsicht auf Grösse von einander verschieden wären, so wären damit alle jene Modificationen ganz und gar ausgeschlossen: die geographische Verbreitung dieser beiden Arten müsste relativ bestimmt sein durch ihre Grösse; welcher auch absolut genommen ihr Wohnort wäre, die kleinere müsste ein wärmeres, die grössere ein kälteres Klima fordern.

Eine richtig erkannte zoologische Stellung eines Thieres ist nun der Ausdruck für möglichst zahlreiche und wichtige Aehnlichkeiten mit den ihm zunächst geordneten Geschöpfen.

Gäbe es nun Genera, deren Species sich so weit als möglich (eine Beschränkung dieser Möglichkeit ist im Anhange angedeutet) nur durch die Grösse unterschieden, so würden die kleinen Arten derselben durchweg ein wärmeres Klima fordern und zwar nach einem aus der Grössendifferenz genau bestimmten Maasse.

Vielleicht ist aber die Aehnlichkeit nirgends oder selten so gross. Unterscheiden sich nun die Species ausser der Grösse noch durch andere Eigenheiten der Organisation und Lebensweise, welche die Wärmebildung und Wärmeverluste mitbestimmen, somit das passende Klima mitbedingen, so

Digitized by Google

können diese die Regelmässigkeit der geographischen Anordnung der Species, welche ohne sie Statt finden würde, auf verschiedene Weise stören.

Es ist von Wichtigkeit bei diesen möglichen Störungen (welche auf Nahrung, Hautbedeckung, Lebensweise beruhen) zwei Fälle zu unterscheiden.

Die Organisationsverschiedenheiten, auf welchen dieselben beruhen, könnten nämlich

entweder (sämmtlich oder theilweise) unter den Species jedes Genus nach einem Principe vertheilt sein, welches sich ebenfalls an die Grösse knüpfte,

oder sie könnten von der Grösse ganz unabhängig sein.

Der erste Fall könnte dann entweder die Wirkung haben, dass die kleinern Arten durchweg noch empfindlicher gegen die Kälte wären, als sie es schon ohnehin nach Maassgabe ihrer Grösse im Verhältniss gegen die grössern sein müssten, oder es könnte die umgekehrte Wirkung Statt finden, je nachdem das Princip der Vertheilung dieser Organisationsverschiedenheiten wäre, entweder die grössern Arten begünstigend oder die kleinern.

Im zweiten Falle aber, wenn die Vertheilung dieser anderweiten Organisationsverschiedenheiten sich gar nicht an die Grösse bände, sondern von diesem Gesichtspunkte aus als zufällig erschiene, müsste nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit bei Ueberblickung einer grössern Reihe einzelner Fälle das Resultat sein: dass durch diese Organisationsverschiedenheiten zwar in vielen Fällen grössere Arten empfindlicher, kleine unempfindlicher gegen die Kälte wären, als es ihre relative Grösse mit sich brächte, dass aber auch in eben so vielen Fällen das Entgegengesetzte einträte, grössere Arten noch unempfindlicher, kleine noch empfindlicher gegen die Kälte wären, als es ohnehin ihre Grösse forderte. Oder: da neben den zufälligen Factoren ein constanter in dem Verhältnisse der Grösse gegeben ist,

Digitized by Google

so müssten doch die kleinern Species durchschnittlich ein wärmeres Klima suchen. Diess scheint mir nun wirklich aus dem Folgenden sich zu ergeben. Möglich bleibt es dabei aber, dass das Verhältniss in der Natur ein gemischtes ist, dass nämlich gewisse Verschiedenheiten an die Grösse gebunden sind (vgl. den Anhang), andere nicht. Es ist dabei selbst denkbar, dass Verschiedenheiten, welche sich an die Grösse knüpfen, theilweise die grössern, theilweise die kleinern Arten begünstigen und so einander wieder aufheben, dass nur die Wirkung des Zufalls neben derjenigen des constanten Factors des Verhältnisses vom Volumen zur Oberfläche bemerkbar wird.

Als ich zuerst auf die hier als möglich angedeuteten Wirkungsformen der Grösse der Thierspecies aufmerksam wurde, lag es durch andere Verhältnisse nahe, sogleich einen fragenden Blick auf die isländische Fauna zu werfen. Das Erste, was mir aufstiess, waren die Raubvögel, von denen die kleinste Art Island im Winter verlässt, und die Raben, von denen nur die grösste den Winter dort zubringt.

Es waren diess Fälle, in welchen man ein Hervortreten des Gesetzes annehmen kann, und ermuthigten zu weiterer Umschau.

Es fehlte aber auch nicht an auffallenden Beispielen des Gegentheils. So das Verhältniss der Vertheilung der Katzenarten. — Da es mir nun eine ziemlich anerkannte Sache zu sein schien, dass unter den Vögeln häufiger der Fall mehrerer einander sehr nahe stehender Species in einem Genus vorkomme, als unter den Säugethieren, so wollte ich versuchen, zunächst von einer Anzahl Vögel die Verhältnisse der Grösse zum Wohnorte zusammenzustellen. Findet sich bei diesen eine Anordnung des einen nach der andern nicht, oder selten, so ist sie bei den Säugethieren noch viel weniger zu erwarten. So wenig diess nun der Sicherheit des Gesetzes irgend Eintrag zu thun vermöchte, so würde doch

Digitized by Google

die Untersuchung für den Augenblick sehr an augenfälligem Interesse verlieren, wenn die Wirkungen des Gesetzes überall am Hervortreten durch diese oder jene Modificationen der Organisation oder Lebensweise gehindert wären, um so mehr als man fast durchaus darauf beschränkt sein würde, im Allgemeinen auszusprechen, welcher Art diese Modificationen sein müssten, und dabei nur etwa ausnahmsweise nachweisen zu können, welche es im besondern Falle wirklich wären, die eine kleinere Species für ein eben so kaltes oder kälteres Klima fähig machten, als eine grössere.

Einem Unternehmen dieser Art stehen nun aber bedeutende Hindernisse entgegen, der Werth der Thatsachen, mit welchen man zu arbeiten hat, ist ein sehr bedingter.

Die Thatsachen, welche zu Grunde liegen müssen, sind: genaue Angaben über die Grösse, über die geographische Verbreitung und über die Zugzeit.

Ueber den ersten Punkt findet man nun besonders selten Angaben in den naturhistorischen Schriften einigermaassen consequent gesammelt.

Das grosse Naumannsche Werk über die Vögel Deutschlands giebt indessen durchgängig einige Dimensionen der Vögel, namentlich die Flugbreite und die Länge. Häufig sind auch noch andere Bemerkungen beigebracht: ob der Vogel im Verhältnisse zu diesen, durch das Gefieder mit bedingten, Dimensionen klein oder gross sei; die Arten einer Gattung werden untereinander verglichen, hin und wieder auch Gewichte angegeben u. s. w., kurz wir finden in diesem ausgezeichneten Werke ein so reichliches Material für diesen Punkt, als man nur immer erwarten kann, wo für deren Zusammenstellung nicht einmal ein so specieller Zweck, wie der unsre, vorlag.

Desshalb habe ich dieses Werk zu Grunde gelegt [1]) und

[1]) Man wird vielleicht fragen, wesshalb ich nicht ein grösseres Quellenstudium zu Grunde gelegt habe, da doch das Naumannsche

Digitized by Google

in den einzelnen Gattungen die Arten nach der Grösse geordnet, als deren Ausdruck ich zunächst die Flugbreite annahm. Wo andere Notizen aber sich daneben finden, welche diese Annahme modificiren, wurden natürlich auch diese berücksichtigt.

Schwierig ist aber, ungeachtet der reichlichen Angaben, in vielen Fällen die Bestimmung des Wohnortes. Es hat in dieser Hinsicht die Beurtheilung der Vögel einige Schwierigkeiten, welche sich bei den Säugethieren nicht gefunden haben würden.

Die eine liegt in der Ausdehnung der Wohnsitze, welche bei Vögeln öfter so sehr bedeutend ist. In vielen Fällen sind dadurch die Gränzen ungewiss, namentlich die Südgränze, welche so oft in wenig durchforschte Länder fällt. Der Nachtheil der Unbekanntschaft mit der Südgränze eines Thieres tritt besonders dann sehr hervor, wenn man dasselbe mit einem andern vergleichen will, welches eine

---

Werk, bei allem Reichthum eigner Beobachtung nicht überall als Quelle betrachtet werden kann. Die Angaben über die Verbreitung der Vögel namentlich müssen sich natürlich oft auf andere Schriftsteller stützen. Es schien mir aber eine Benutzung der gesammten Literatur nicht bloss überhaupt im Verhältniss zu der Sicherheit des so zu erreichenden Resultates eine zu weitschichtige Arbeit zu sein, sondern es stiess sich dieselbe auch an individuelle Schwierigkeiten, da ich zu wenig bewandert in der Kritik der Species bin, als dass ich nicht hätte fühlen müssen, bei einer solchen Arbeit wissenschaftlichen Missgriffen ausgesetzt zu sein.

Förderlich vor Allem für die hier versuchte Betrachtungsweise würde es sein, wenn solche Beobachter und Zoologen wie Naumann sich dafür interessiren und dieselbe bei ihren Untersuchungen berücksichtigen wollten. Eine Anschauung von unserm Standpunkte würde zunächst die Beobachtung wohl noch auf Manches leiten, was bis jetzt als nicht wichtig erschien. — Aussprechen mag ich aber wohl meine Bewunderung für den Reichthum eines Werkes, in welchem ich so viel für einen Zweck gefunden habe, an welchen bei Abfassung desselben doch nicht in solcher Besonderheit gedacht werden konnte.

Digitized by Google

viel geringere Verbreitung hat. Denn in diesem Falle vereitelt die Unbekanntschaft mit diesem einen Factor, bei übrigens guten Daten, die zweckmässige Vergleichung völlig. Es kann die Verbreitungsfläche eines Vogels ganz in die des andern hineinfallen, und es würde darauf ankommen, die kleinere Fläche mit der grössern, sowohl in der südlichen als nördlichen Begränzung zu vergleichen. Wären die Entfernungen in beiden Richtungen gleich gross, so würden die Verbreitungen für uns ziemlich gleichbedeutend sein, indem nur der eine Vogel eine grössere Fähigkeit sich zu acclimatisiren besässe, ein Umstand, der überall neben der Neigung für Wärme oder Kälte herläuft. Ein Thier mit hervorstechender Fähigkeit des Acclimatisirens könnte, wie aus dem vorigen folgt, sehr wohl der Hauptsache nach einen südlichern Wohnsitz haben, als ein anderes, wiewohl es dessen Nordgränze überragte, wenn nämlich diess in Beziehung auf die Südgränze noch merklich mehr der Fall wäre.

Eine besondere Ungewissheit wird auch durch das grosse Bewegungsvermögen der Vögel gegeben, indem dieses zur Folge hat, dass die Gränzen des Aufenthaltes sehr verwaschen werden. Ueber die Gegenden hinaus, in denen ein Vogel häufig vorkommt oder eigentlich zu Hause ist, finden sich Exemplare desselben oder auch Paare mehr oder weniger weit verstreut, mehr oder weniger selten. Diese Umstände bedingen grosse Unsicherheiten. Die Species wurden in den Gegenden, in welchen sie nur ausnahmsweise oder sehr zerstreut vorkommen, nicht bloss häufig übersehen, sondern auch wenn sie bemerkt wurden verkannt, mit mehr oder weniger ähnlichen verwechselt. Erst eine genauere zoologische Untersuchung weist dann nach, dass es eine in irgend einem andern Lande vielleicht sehr bekannte Species sei. Durch solche Verhältnisse ist es von manchen, selbst grossen Vögeln und selbst in Deutschland noch zweifelhaft, wie oft oder selten und wie weit sie regelmässig vorkommen.

Von besonderm Werthe ist es daher, wenn man genaue

Digitized by Google

Notizen über das Vorkommen verschiedener mit einander zu vergleichender Arten in gebirgigen Gegenden hat. Die nahe über einander liegenden klimatischen Zonen an den Bergen erleichtern dem Beobachter die Beurtheilung ungemein. Wir werden später, unter andern bei Gelegenheit der Accentor, ein Beispiel solcher von Gloger angestellten und bei Naumann mitgetheilten Beobachtungen geben, welche uns sehr willkommen waren.

Die zweite der Bestimmung des Aufenthaltes der Vögel eigenthümliche Schwierigkeit ist auch in ihrem Flugvermögen, in der Erhebung über die Erdoberfläche gegeben. Es kommt für die Beurtheilung des Aufenthaltes in unserm Sinne, d. h. in Beziehung zu den Wärmeverlusten, bei manchen Vögeln, namentlich bei grossen Raubvögeln sehr wesentlich darauf an, wie hoch sie zu schweben pflegen und wie lange Zeit sie in den kalten Höhen etwa zubringen. Genaue Untersuchungen darüber giebt es nicht hinreichend und man muss sich mit der allgemeinen Andeutung begnügen, dass dieser Umstand von Einfluss sein kann.

Theils begünstigend, theils hinderlich wirkt auf die Beurtheilung das Ziehen vieler Vögel. Hinderlich besonders, insofern die Verbreitung derselben dadurch grösser wird, somit aber noch häufiger unsern Gesichtskreis überragt. Es gilt diess hier, wie von den Südgränzen der Vögel der nördlichen Halbkugel überhaupt, besonders häufig von der Südgränze des Winteraufenthaltes, welche so oft in Afrika oder Asien liegt.

Förderlich ist es aber, dass wir durch das Ziehen eine Mehrzahl von zu bestimmenden Punkten bekommen, so dass wir uns wenigstens an einen oder einige derselben für den Nothbehelf halten können, so lange wir sie nicht alle kennen. Wir haben die Gränzen des Winter- wie des Sommeraufenthaltes zu ermitteln, und es fällt wenigstens eine Süd- oder Nordgränze in vielen Fällen in die bestbekannten Länder.

Digitized by Google

Ausserdem geben uns die so vielfach untersuchten Zugzeiten noch einen neuen wichtigen Anhalt. Wo wir über andere Punkte zu unsicher sind, wo die bekannte Verbreitung nichts an die Hand giebt, da belehrt uns häufig die Zugzeit über die grössere oder geringere Empfindlichkeit der Vögel gegen die Kälte.

Indessen ist der Werth auch dieses Merkmales nicht so unbedingt, dass nicht einige erhebliche Ausnahmen seiner Gültigkeit sich alsbald darböten. Besonders wird Folgendes für wichtig zu halten sein: Es kann bei den Zugvögeln, welche z. B. gleichzeitig bei uns eintreffen, nicht gleichgültig sein, woher sie kommen. Man könnte denken, die Wahrscheinlichkeit spräche dafür, dass sie gleiche Empfindlichkeit gegen die rauhere Jahrszeit hätten, und so gleiche Gegenden zu gleicher Zeit durchstreichen müssten. Diese Gleichzeitigkeit kann aber auch anders entstehen. Unter den bei uns durchziehenden Vögeln bemerkt man, wie man unter andern in der angeführten Naumannschen Schrift sowohl im Allgemeinen vorgemerkt als auch bei den einzelnen Thieren angegeben findet, verschiedene Richtungen. Namentlich kommen viele mehr aus Osten und ziehen gegen Westen, als dass sie, wie viele andere, eine gerade Richtung von Nord nach Süd verfolgten. Bei solchen Umständen und der in verschiedenen Ländern sehr verschiedenen Vertheilung der Wärme auf die Jahreszeiten können gleichzeitig bei uns durchziehende Vögel ihren Sommeraufenthalt bei merklich verschiedenen Temperaturen verlassen haben. Es ist die Temperatur zu gleichen Zeiten des Herbstes unter gleichen Breitegraden, oder auch selbst unter gleichen Isothermen eine sehr verschiedene auf den Inselgruppen nördlich von Schottland, bis Island hinauf und in Schweden oder Russland. Die ersten Länder haben milden, die andern strengen Winter.

Auch kann das Verschwinden der Nahrung einen Einfluss auf das Ziehen haben, welcher dann allerdings auch wohl durch die Temperatur bedingt sein kann, aber so in-

Digitized by Google

direct durch deren Einfluss auf andere Organismen, dass wir keine Rücksicht darauf nehmen könnten, soweit dieser Umstand ausgemacht wäre.

So möchte sich über diese Verhältnisse noch Vieles für und wider sagen lassen, und gewiss ist es, dass der von uns gemachte Versuch in Beziehung auf genaue Richtigkeit seiner einzelnen Resultate nur anspruchslos auftreten darf. Dazu nöthigen die vielfachen Lücken der Erkenntniss sowohl als auch die Unmöglichkeit selbst das Erkannte in allen seinen Beziehungen gleich das erste Mal richtig zu verwenden. Das nur hoffen wir, dass man nicht finden werde, es sei besser gewesen einen solchen Versuch ganz zu unterlassen, man habe sich damit begnügen sollen, die wissenschaftliche Aufgabe als vorhanden zu bezeichnen, und ihre eventuelle Lösung der späten Zukunft zu überlassen, welche vollständiger vorbereitet dazu wird schreiten können. Ein solches Verfahren wäre leicht, aber zugleich ist es sicher genug, dass es weniger geeignet gewesen wäre, diejenige Aufmerksamkeit auf den vorliegenden Gegenstand zu lenken, welche derselbe nach unserer Ansicht verdient.

Als ein bemerkenswerthes Nebenresultat erwähnen wir noch vorläufig, dass in einigen Fällen, wo der Aufenthaltsort eines Vogels im Vergleich zu den nächstgestellten und im Verhältnisse zu deren Grösse auffallend erschien, es sich bei Vergleichung anderer systematischer Anordnungen zeigte, dass andere Ornithologen dem Thiere auch eine andere Stellung gegeben hatten, als es bei Naumann einnahm.

Die vier Species der Geierfamilie, welche sich bei N. finden, können nicht in Betracht gezogen werden, da sie sämmtlich verschiedenen Genera angehören. N. begreift freilich Vultur cinereus und fulvus in eine Gattung, und sie würden sich auch einigermaassen nach Grösse und Wohnort ordnen; denn der V. fulvus, weniger nördlich verbreitet als

Digitized by Google

Gyps cinereus, ist auch wohl etwas („kaum") kleiner als derselbe. Aber wir legen darauf kein Gewicht, weil eben Andere die Unterschiede bedeutend genug fanden, um eine Trennung nach Gattungen vorzunehmen.

Zu den rauhfüssigen Adlern N's finden sich in dem 13. Theile bedeutende Zusätze, indem dort Falco Bonelli und pennatus neu hinzukommen, F. chrysaëtos unterschieden wird und auch aus F. naevius zwei Arten, F. Clanga und naevius werden, so dass wir statt drei nun sieben Arten zu vergleichen haben. Unter diesen folgen die Grössen so: F. chrysaëtos und fulvus [1]), imperialis, Clanga, Bonelli, naevius, pennatus. Die beiden grossen Arten sind weiter gegen Norden ausgebreitet als die übrigen. F. fulvus durch ganz Europa in grossen Waldungen, in Nordasien und Amerika; F. chrysaëtos gehört in Europa mehr der nördlichen als südlichen Hälfte an u. s. w. Die dritte Art ist auffallender südlich, als bei der geringen Grössenverschiedenheit zu erwarten wäre. Sie scheint jedoch auch mehr Gebirgsvogel zu sein. F. Clanga. Die Wohnung ist wegen Verwechslung mit F. naevius nicht recht sicher. Nach Pallas fände er sich im südlichen und östlichen Russland und durch Sibirien bis Kamtschatka. Ausserdem in Griechenland, Ungarn, Italien, Schweiz. F. Bonelli in Nordafrika hauptsächlich, in Griechenland und Unteritalien nicht selten. Von da nordwärts selten. F. naevius. Von ihm sagt N., wohl mit Hinblick auf den so ähnlichen Clanga, er scheine mehr südlich und westlich, als östlich und nördlich. F. pennatus. Nordafrika, Abyssinien, Senegambien. In Griechenland selten, häufiger in Ungarn, aber wohl nur im Sommer. Er liebt Gebirgswaldungen und findet sich im Süden in den höchsten Gebirgen.

Wiewohl hier nicht Alles so klar ist, als wir wünschen

[1]) Wo ich bei Aufzählung von Species zwei derselben durch „und" verbinde sind dieselben als gleich gross anzusehen.

Digitized by Google

könnten, einiges auch als unregelmässig [1]) erscheint, so ist es doch offenbar, dass im Ganzen die grössern Arten mehr nördlich, die kleinern mehr südlich sind. Als Unregelmässigkeiten könnten die zu wenig nördliche Verbreitung des F. imperialis und das Verhalten des F. pennatus zu F. Bonelli angesehen werden, dem er doch nach der von N. (Thl. 13. S. 33.) angedeuteten Gruppirung besonders nahe stände.

Von den drei übrigen Aquila Naumann's (albicilla, brachydactyla, haliaëtos) würde sich der grösste durch seine vorzüglich nördliche Ausbreitung auszeichnen. Wir legen weniger Gewicht darauf, weil man über die Richtigkeit dieser systematischen Anordnung zu wenig einig ist. Im zweiten Hefte des 13. Bandes ist von dem Genus Haliaëtos noch eine Art angenommen, welche, grösser als albicilla und der amerikanische leucocephalus, zugleich auch nördlicher sein würde.

Interessant ist auch die Bemerkung auf S. 68 über H. albicilla: „die Grösse ist ungemein verschieden — — und die kleinsten wohnen nicht bloss (wie man vorgegeben) im Süden, sondern kommen auch im Norden so vor, wie umgekehrt die grossen auch dort" — denn wenn hiernach auch nicht durchaus die grössten Individuen nördlicher wohnen sollen, so scheint doch jener Behauptung gegenüber nicht geleugnet werden zu sollen, dass häufiger grosse Exemplare im Norden, kleine im Süden vorkommen, so dass die Durchschnittsgrösse im Norden bedeutender sein würde.

Ob von den beiden Habichten der grössere, Astur

[1]) Mit unregelmässig, abnorm werde ich öfter der Kürze wegen die Fälle bezeichnen, in welchen eine Art, verglichen mit den nächstverwandten kleinern oder grössern weiter südlich als die kleinern oder weiter nördlich als die grössern wohnt, wo also die Wohnorte des Vogels im Vergleich mit den Verwandten nicht durch die Grösse bestimmt sind, sondern der Wirkung derselben durch andere Momente so entgegengewirkt ist, dass sie aufgehoben erscheint.

Digitized by Google

palumbarius, nördlicher ist als der A. Nisus, geht nicht klar hervor. Nach Naumann würden beide in den nördlichen und gemässigten Theilen von Europa und Asien verbreitet sein. Nach Blasius und Keyserling [1]) würde aber allerdings der hohe Norden die kleinere Art nicht besitzen.

Die fünf Edelfalken scheinen bis auf eine Art deutlich nach der Grösse in ihrem Wohnorte bestimmt.

F. candicans (54″ — 58″ breit) wohnt im hohen Norden, verlässt nur selten sein rauhes Vaterland, streicht, besonders im Spätherbst, ins südliche Schweden herab und kommt dann auch zuweilen ins nördliche Deutschland.

F. laniarius (46″ — 50″ breit) „bewohnt im Sommer die nördlichen Polarländer, doch wie es scheint nicht so hoch hinauf als der Jagdfalke, er geht auch im Winter weiter nach Süden hinab.“ (Die Mittheilung in Bd. 13. S. 102. scheint die boreale Ausbreitung dieser Art noch mehr zu beschränken.)

F. peregrinus (36″ — 48″ breit) findet sich „durch ganz Europa und auch in den nördlichen Theilen von Asien, Afrika und Amerika.“ Die Nordgrenze sehen wir hier nicht bestimmt mit derjenigen der beiden vorigen Arten verglichen, aber es ist deutlich, dass dieser Vogel viel weiter nach Süden reicht als jene. Er ist also fähiger zur Acclimatisation.

F. subbuteo (31″ — 33″ br.) und F. aesalon (26″ — 27″ br.) verlassen beide, namentlich regelmässig der erstere, im Winter Deutschland. Der kleinere bleibt jedoch in milden Wintern, selbst in den nördlichen Theilen unseres Vaterlandes. Aber eines Theils ist die Grössenverschiedenheit mehr in der angegebenen Demension als in den übrigen, indem F. subbuteo ausgezeichnet lange schlanke Flügel besitzt. Ausserdem wird auch der F. aesalon nur selten hoch in der

---

[1]) Bl. u. K. „Die Wirbelthiere Europa's“ habe ich vielfach consultirt, namentlich auch für die Abweichungen der systematischen Ordnung benutzt.

Digitized by Google

Luft gesehen, nämlich „nur auf seinem Zuge und wenn er zu seiner Schlafstelle eilt.“ (Nach Thl. 13. S. 110. ist er im Sommer besonders häufig in der Nähe des Polarkreises. In gebirgigen Theilen Griechenlands ist er Winter und Sommer.)

Die Rothfalken bieten vielleicht ähnliche Verhältnisse, doch ist ihre Verbreitung nicht recht genau zu vergleichen.

F. tinnunculus (29″ — 31½″ br.). Liebt die Gebirge, ist bei uns eigentlich nur Sommervogel und selbst in gelinden Wintern im nördlichen Deutschland selten, kommt eher schon im südlichen vor.

F. cenchris (26″ — 28″ br.). Ebenfalls in Gebirgen, aber südlicher als der vorige.

F. rufipes (24″ — 30″ br.). Ist nicht Gebirgsvogel, lebt im Sommer nordöstlich, Russland, Sibirien (auch in Ungarn häufig, nach Thl. 13.); im Winter südlich von uns.

Von den beiden Milanen ist der grössere, die Gabelweihe, weiter nach Norden verbreitet als der kleinere, der schwarze Milan. Indessen lässt sich der kleinere im Winter im Freien halten. Es wird auch von ihm besonders bemerkt, dass er sehr hoch steigt. Der grössere ist ein träges Thier.

N. zählt drei Bussarde auf, unter denen der F. apivorus der kleinste (weniger nach den Gefiederdimensionen als nach dem Rumpfe) als Pernis apiv. abgesondert worden ist. Der Mäusebussard und der rauhfüssige sind an Grösse eben nicht verschieden, wiewohl die Gefiederdimensionen des letztern bedeutender sind. Beide finden sich bei uns auch im Winter, und der rauhfüssige ist in harten Wintern am häufigsten. — Pernis apiv. ist im Winter nicht bei uns zu sehen.

Unter den Circus ist die Rohrweihe die grösste, dann folgt die Kornweihe und dann die Wiesenweihe, von sehr schmächtigem Wuchse [1]). Von der ersten heisst es: „in Eu-

[1]) Zwischen die beiden letzten fügt sich nach Thl. 13. noch C.

Digitized by Google

ropa überall, wo es ebene und sumpfige Gegenden giebt nicht selten" — von der zweiten: „findet sich im wärmern und gemässigten Europa, scheint aber im nördlichen nicht hoch nach Norden hinauf zu gehen."

Hiernach könnte es scheinen, als wenn die erstere wohl weiter nach Norden ginge. Indessen ist ferner bemerkt, dass die erstere im Winter bei uns eine noch grössere Seltenheit sei als die zweite.

Von der dritten Art heisst es: „sie scheint über dieselben Länder verbreitet zu sein wie die Kornweihe; vielleicht geht sie noch weiter südlich." — Bei uns im Winter nur sehr selten und wenn derselbe gelinde ist.

Eulen. Unter den zwölf Arten: Str. nyctea, uralensis, nisoria, acadica, bubo, otus, brachyotus, scops, aluco, flammea, noctua und Tengmalmi fehlt die Beziehung zwischen Grösse und Wohnort mehrfach; weniger auffallend sind indess die Unregelmässigkeiten, wenn wir Naumann's Anordnung aufgeben und uns der von Bl. und K. adoptirten bedienen.

Hier finden wir Str. nyctea, nisoria, noctua, acadica unter der Gattung Surnia Dumér. Die vorangestellte grösste Art ist entschieden die nördlichste, sie gehört dem hohen Norden an, kommt im Winter etwas südlicher, zuweilen in das nördliche Deutschland.

Str. nisoria (31½" — 32" br.) gehört ebenfalls dem Norden an, kommt in Schweden, Lappland, Livland, Preussen, Polen vor; das Vorkommen in unsern Gegenden ist unregelmässig, N. der Vater sah sie in einem Jahre sogar häufig. Sie scheint bei uns durchzuziehen. — Str. noctua ist bei einer Breite von 21" — 22½" ein kurzer dicker Vo-

---

pallidus ein. Sie scheint gegen die beiden grössern Arten sich normal zu verhalten, ist aber vielleicht noch etwas südlicher als die dritte. In Deutschland ist sie seltner als diese, namentlich im nördlichen. Da sie jedoch im Osten sich häufiger findet, ist die Vergleichung noch nicht sicher.

Digitized by Google

gel. Durch ganz Europa, doch nicht weit nach Norden; ist schon in den südlichsten Provinzen Schwedens selten. (Nach Thl. 13. könnte er auch dem südlichen Europa fehlen).

Hier ist also nur Str. acadica (12″ — 12¾″ br.) durch ihre nördliche Verbreitung auffallend, da sie bei uns hauptsächlich im kältern Theile des Jahres sich zeigt. N. sagt sogar, sie gehöre der kalten Zone an. Doch scheint diess nicht im strengen Sinne von den Gegenden jenseits des Polarkreises gelten zu sollen, sondern von den kältern Theilen der gemässigten Zone.

Unter Ulula fallen Str. uralensis und aluco. Die Verbreitung der ersteren ist hauptsächlich östlich von uns, desshalb die Nordgränze wohl nicht bekannt genug zu einem Vergleiche. Der Thl. 13. giebt noch Str. lapponica. Diese ist bedeutend grösser und ganz boreal. Auch ist dort noch Str. nebulosa erwähnt, welche ebenfalls sehr gross und nördlich, beides doch nicht in dem Maasse ist als Str. lapponica (Thl. 13. S. 186).

Unter Aegolius hätten wir Str. otus und brachyotus. Die zweitgenannte hat eine bedeutendere Breite als die erste, jedoch ohne eigentlich grösser zu sein. Dem entspricht es, dass auch in ihrer Verbreitung, so viel ich sehe, keine entschieden mehr nördlich oder südlich wäre als die andere. Bei uns finden sich beide zu allen Jahreszeiten.

Die übrigen vier Arten, Str. bubo, scops, flammea und Tengmalmi vergleichen wir nicht weiter, da man sie in die Gattungen Bubo, Ephialtes, Strix und Nyctale gesondert hat, während bei Naumann zwei derselben unter den Ohreulen und zwei unter den Käutzen gestellt sind.

Von den vier Lanius ist L. excubitor entschieden der grösste und nördlichste, indem er auch im Herbst und Winter bei uns eben nicht selten ist.

Die drei übrigen: L. minor (bei gleicher Flügelbreite doch merklich kleiner als der vorige), L. rufus (etwas kleiner als L. minor) und L. collurio (noch kleiner als L. rufus)

Digitized by Google

verlassen uns im Winter sämmtlich, verhalten sich aber unter einander eher abnorm. Indessen sind die Unterschiede gering, welche aus Verbreitung und Zugzeit hervorgehen. L. minor ist bei uns vom Mai — August; L. rufus kommt schon im April und geht Ende August — September; L. collurio ist bei uns von Mai — September.

Eben so ist unter den Corvus der grösste, C. corax, entschieden der nördlichste. Die zunächst stehenden, unter sich gleich grossen, C. cornix und corone, sind aber unter sich verschieden, da cornix bedeutend weiter nach Norden geht. An diese würde sich C. frugilegus anreihen, welcher dem gemässigten Europa angehört. C. corax, cornix und frugilegus würden also sich unter einander normal verhalten und nur corone durch einen zu südlichen Aufenthalt auffallen. Indessen liebt der letztere die gebirgigen Gegenden.

C. monedula dagegen, der kleinste unter den genannten, ist ziemlich nördlich im Verhältniss zu seiner Grösse. Man hat ihn von den Krähen auch abgesondert in der Abtheilung der Dohlen gestellt.

C. pica lassen wir aus der Betrachtung heraus, eben so wie wir die beiden Graculi, welche Naumann anführt, nicht mit einander vergleichen, weil diese drei Vögel nach Andern in die Gattungen Pica, Pyrrhocorax und Fregilus fallen. — Aus demselben Grunde übergehen wir die beiden Garruli. —

Von den vier Muscicapa würden M. grisola, luctuosa und parva eine normale Reihe bilden, indem sie eben sowohl in der Grösse als in der Erstreckung nach Norden so auf einander folgen dürften, wie wir sie hier genannt. M. albicollis dagegen, etwas grösser als luctuosa, ist doch mehr südlich.

Ueber die acht Arten eigentlicher Drosseln oder Walddrosseln erhalten wir umständliche Angaben und finden eigenthümliche Verhältnisse. Mit dem, was sich im zweiten Theile des Naumannschen Werkes findet, sind noch die

Digitized by Google

nachträglichen Notizen im sechsten Theile, Glogers Beobachtungen über den Wohnort einiger Arten in Schlesien, namentlich über die Höhe des Vorkommens in den Sudeten zu vergleichen.

Ich stelle sie der Grösse nach, indem ich die Flugbreiten beisetze, und die sonstigen Bemerkungen, durch welche N. ihre Grössenverhältnisse bezeichnet:

1. T. viscivorus. Meist 19″ — 19½″ br.

2. a. T. pilaris. 17¾″ br. Steht zwischen T. music. und visciv. [1]). — Daneben 2. b. T. torquatus. 17¾″ — 18″ br., einer der grössern, wie T. pilar., grösser als T. merula.

3. T. Bechsteinii. 17″ br. Nicht so gross als T. pilar, aber merklich grösser als T. music.

4. T. merula. 16″ — 16¼″ br. Gehört zu den grössern inländischen.

5. T. Naumanni. 16″ br. Zwischen T. pilaris und iliacus.

6. T. musicus. 14¾ — 15″ br.

7. T. iliacus. Höchstens 14¾″ br. Der kleinste der einheimischen.

Die Verbreitung von 1. im Verhältnisse zu 2 a. und 2 b. ist nicht klar. Die Misteldrossel zeigt sich nämlich im Winter als ein harter Vogel, indem sie nicht bloss im nördlichen Deutschland, sondern selbst im südlichen Schweden Standvogel ist. Dagegen brütet sie an den Sudeten doch entschieden tiefer als T. torquatus, welcher daselbst erst über 3700′ hinaus nistet; die Misteldrossel dringt nur noch einzeln über die untere Gränze dieses Aufenthaltes hinauf, während die Wachholderdrossel in Deutschland zwar überhaupt nicht

---

[1]) Dass damit nicht gemeint ist, dass T. music. nun der nächstfolgende sei, ist aus den anderweiten Notizen leicht zu sehen, namentlich aus der Bemerkung, durch welche T. Bechsteinii ausdrücklich wieder zwischen T. pilar. und music. eingeschaltet wird.

Digitized by Google

häufig brütet, sondern mehr in nördlichen Ländern, da aber, wo sie vorkommt, ganz in der Ebene gefunden wird. So nach Gloger in der Nähe von Breslau.

Dagegen scheint die Ringdrossel im Winter Deutschland entschiedener zu verlassen, als die Wachholderdrossel, welche nur vor Nahrungsmangel und strenger Kälte aus unsern Gegenden weicht. In der Schweiz findet sich die Ringdrossel im Winter, indem sie aus ihrem hohen Sommeraufenthalte herab kommt.

Es sind diess Verhältnisse, bei denen das Vorkommen der Nahrung gewiss mitspricht. Es scheint nach dem Gegebenen kaum möglich, die eine oder andere dieser Arten als entschieden nördlicher oder südlicher anzusprechen.

Die Verbreitung der Bechsteinischen und der Naumannschen Art ist zu wenig bekannt, da sie mehr östlich von uns den Sommer zuzubringen scheinen.

T. Merula ist sehr verbreitet, fast über ganz Europa, das südlichste und nördlichste kaum ausgenommen, und hält auch den deutschen Winter aus.

T. musicus findet sich ebenfalls über ganz Europa, ausser dem hohen Norden. Im Winter ist sie nur einzeln bis in das mittlere Deutschland hinauf zu finden. Im südlichen Deutschland wird sie schon häufiger.

T. iliacus geht nun freilich ungeachtet ihrer Kleinheit im Sommer so hoch nach Norden, als irgend eine andere Art. Interessant ist es aber, dass N. bei dieser Art bemerkt, sie sei dennoch empfindlicher gegen die Kälte, als die andern, mit denen sie gleichen Aufenthalt theile, und wenn auch in sehr gelinden Wintern einzelne bei uns gesehen werden, so fühlen sie sich doch offenbar unbehaglich. —

Die Sylviae Humicolae finden wir bei Bl. u. K. in der Gattung Lusciola und durch mehrere Untereintheilungen von einander getrennt. Sie verhalten sich auch entschieden abnorm. Die Nachtigall und der Sprosser, oder die eigentlichen Lusciola lassen sich auch unter einander nicht

Digitized by Google

gut vergleichen. Die Nachtigall, obgleich zarter von Bau, geht weiter nördlich, vielleicht aber auch weiter südlich, als der Sprosser, so dass sie in höherem Grade acclimatisationsfähig erscheint [1]).

Das Rothkehlchen und das Blaukehlchen, unter sich ziemlich gleich gross und merklich kleiner als die vorigen, fallen in verschiedene Unterabtheilungen. Beide sind weit verbreitet auch in den Norden. Das Rothkehlchen kann selbst den Winter bei uns aushalten. Es baut stets ein von oben geschütztes Nest.

Die beiden Ruticillae fallen bei Bl. u. K. in eine Unterabtheilung des Genus Lusciola. Sie lassen sich unter einander nicht genau vergleichen. Das wenig kleinere Rothschwänzchen geht zwar weiter nach Norden als der Hausröthling, bringt dafür aber den Winter in wärmern Gegenden zu. Auch liebt der Hausröthling mehr das Gebirge, wohnt nach Gloger's Mittheilungen in Schlesien bis über den Holzwuchs hinauf.

Die Currucae bei Naumann gehören der Pennantschen Gattung Sylvia an. Der Grösse nach würden sie wohl so auf einander folgen: S. nisoria, orphea, atricapilla, hortensis, cinerea, curruca.

Auffallend ist besonders S. orphea, welche verhältnissmässig südlich wohnt. Die erste Art findet sich in Schweden, Ungarn, wahrscheinlich auch in Spanien, Griechenland, Italien. — Die dritte in Mitteleuropa, einzeln bis in das nördliche Skandinavien. Auch in Südeuropa selten. Die vierte im wärmern und gemässigten Europa, doch auch im nördlichen Schweden. Die fünfte ausser dem hohen Norden durch ganz Europa und in Schweden ausser der dritten am nördlichsten. Die sechste vom mittlern Schweden an durch

[1]) Die Angaben von Bl. u. K. lauten aber auch anders über die Verbreitung. Der Sprosser würde hiernach bis ins südliche Schweden vorkommen, während die Nachtigall nordwärts „bis England, Dänemark und ins gemässigte Russland" ginge.

Digitized by Google

das übrige Europa. — Interessant sind verschiedene Bemerkungen, z. B. dass unter diesen überhaupt lebhaften Thieren die durch nördliche Verbreitung auffallende fünfte Art als die unruhigste und lebhafteste unter allen bezeichnet wird. Die sechste wird als ein starker Fresser bezeichnet.

Auch unter den vier Phyllopseusten (Ficedula Koch) werden die zwei kleinern Arten, welche weiter nach Norden gehen als die grössern, mit besonderm Nachdruck als lebhaft und fressbegierig angemerkt. Die grösste Art, F. hypolais, wohnt vom südlichsten Europa bis in das mittlere Schweden. Die zweite, F. sibilatrix, merklich kleiner, wohnt im mittlern Europa und einzeln bis ins mittlere Schweden. Sie frisst viel. Die dritte an Grösse, F. trochilus, ist in allen wärmern und gemässigten Theilen Europa's häufig und auch in Schweden und Finnland noch gemein. Sie sind stets mit Verfolgung ihrer Nahrung und mit Fressen beschäftigt. Freilich wird bei dieser Art auch angemerkt, dass sie sich oft und stark badet. Die kleinste Art, welche bis über die Mitte von Schweden hinauf vorkommt, ist durch ihre Esslust bewundernswürdig.

Aehnliches findet sich auch bei den Rohrsängern, welche dem Genus Salicaria Selby sämmtlich angehören: bei den zwei Arten, deren Verbreitung nach Norden mir wegen ihrer relativen Kleinheit auffiel, scheint ein besonderer Nachdruck auf den sehr starken Appetit gelegt, welcher freilich bei mehreren Arten neben der grossen Lebhaftigkeit erwähnt wird.

Die beiden grössten Arten sind überhaupt im Verhältniss zu den kleinern wenig boreal. S. turdoides reicht kaum bis in die deutschen Herzogthümer des dänischen Staates, und die ihr an Grösse nächste, S. fluviatilis, wird schon in der Mitte Deutschlands selten.

Dann sind vier Arten merklich kleiner, unter sich ziemlich gleich gross, dabei nicht gleich in ihrer Verbreitung, zum Theil aber recht weit nach Norden wohnend: S. arun-

Digitized by Google

dinacea, palustris, phragmites, locustella. — S. phragmites geht höher nach Norden als irgend eine andere Art; locustella findet sich auch noch in Schweden und zugleich in südlichen Ländern, Italien u. s. w.; arundinacea noch im südlichen Schweden; palustris wohl eben nicht über Dänemark hinaus.

S. cariceti ist die nächstkleinste Art. Ihre Verbreitung ist wenig bekannt, aber sie kommen zu uns am frühesten unter den Rohrsängern. Sie verlangen viel Nahrung.

Die kleinste Art, S. aquatica, scheint nicht so weit nördlich zu gehen.

Uebrigens ist zu bemerken, dass bei der verborgenen Lebensweise dieser Thierchen auf die bis jetzt bekannte geographische Verbreitung derselben wohl weniger Gewicht zu legen ist, als bei sehr vielen andern.

Von Troglodytes besitzen wir nur eine Art, deren auffallende Fähigkeit in kalten Wintern auszudauern schon besprochen wurde. Diese Fähigkeit ist auch dann auffallend, wenn wir sie mit den von Naumann angeführten ausländischen Arten vergleichen. Einige derselben sind zwar, wenn wir die bei N. angegebenen Längendimensionen zu Grunde legen, nur scheinbar grösser, werden selbst kleiner als unsre Art, wenn man von den Totallängen die des Schnabels und Schwanzes abzieht. Aber das ist nicht durchaus der Fall. T. musculus und ludovicianus sind auch nach dieser Reduction grösser als T. parvulus, und doch sind als ihre Wohnorte nur sehr warme Theile Amerika's bekannt.

Unter den Anthus liess sich die Vergleichung des A. aquaticus mit dem kleinen und doch auch weit nördlich vorkommenden A. pratensis am Riesengebirge anstellen. Gloger findet dort den erstern entschieden höher als den zweiten. Auch der A. arboreus erträgt weniger Kälte als aquaticus, selbst weniger als pratensis, indem er nie den Winter bei uns zubringt, was der etwas kleinere A. prat. in milden Wintern einzeln thut. A. campestris aber, bei

Digitized by Google

völlig gleicher Grösse mit dem Wasserpieper, ist, wie es scheint, am empfindlichsten gegen die Kälte, da er nur kurze Zeit des Sommers bei uns zubringt.

Unter den Motacilla ist alba merklich grösser als die beiden andern, sulphurea wenig grösser als flava. Die M. alba geht bis zum arktischen Kreise, die sulphurea bei weitem weniger nördlich, kaum bis ins südliche Schweden. Auffallend würde daneben die grosse Verbreitung der flava sein, welche selbst einzeln auch bis an den Polarkreis gefunden wird. Aber diese Verbreitung ist nicht mehr auffallend, wenn man die Zugzeit hinzunimmt, denn die M. flava kommt am spätesten und geht am frühesten wieder nach Süden. Sie ist dabei äusserst zahlreich, namentlich sehr viel zahlreicher als die sulphurea, so dass man sich vorstellen könnte, dass sie durch eine Art von Uebervölkerung zu einer so grossen Verbreitung veranlasst würde.

Die beiden Saxicolae rupicolae sind wenig in der Grösse verschieden, beide Gebirgsvögel, aber die kaum kleinere stapazina nur südlich vorkommend, während oenanthe weit nach Norden geht. Es wäre hier wieder eine Vergleichung beider an denselben Gebirgen zu wünschen. Denn im Norden wohnt auch wohl S. oenanthe nicht hoch. Bei Reikjavik in Island fand ich sie häufig zwischen den Klippen, welche den hohen Wasserstand kaum überragen. Uebrigens ist Naumann der Ansicht, dass die S. stapazina in Deutschland häufiger sein möchte, als bekannt war.

Auch die Saxicolae pratincolae lassen sich wohl nicht recht sicher vergleichen. Die etwas kleinere rubicola geht vielleicht bis Norwegen. Die rubetra geht wohl bis in die Mitte von Schweden. Der Zugzeit nach ist sie aber empfindlicher gegen die Kälte.

Von den Accentor ist alpinus die grösste Art, montanellus und modularis einander ziemlich gleich. Gloger hat den ersten und dritten am Riesengebirge beobachtet. Der modularis wohnt tiefer, der obere Rand seiner Zone greift

Digitized by Google

nur wenig über den untern Rand der Zone des A. alpinus. Den A. montanellus, welcher ebenfalls ein Gebirgsvogel ist, können wir nicht mit diesen vergleichen, da er andere, hauptsächlich südöstliche Länder bewohnt.

Die beiden Regulus sind wie der Zaunschlüpfer verhältnissmässig weit nördlich verbreitet. Der etwas grössere flavicapillus geht bis zum Polarkreise und im Winter findet man ihn wenigstens in Deutschland. R. ignicapillus ist nicht hoch im Norden beobachtet. Einzelne finden sich in Deutschland, halten aber den Winter daselbst nicht aus.

Die Meisen (die Wald- und Schwanzmeisen) würden sich etwa so der Grösse nach stellen: P. major (die grösste), cyanus (ziemlich gleich gross), coeruleus (bedeutend kleiner als der vorige), palustris (kaum so gross als coeruleus), cristatus (wenig grösser als der folgende), ater (etwas kleiner als palustris), caudatus (von Körper sehr klein, aber durch grosse lockere Federn grösser scheinend). — Aber ein deutliches Verhältniss der Wohnorte zu diesen Grössenverschiedenheiten finde ich nicht. Sie sind fast durchweg gegen Kälte sehr hart, gehen hoch nach Norden und möchten in ihrer Ausbreitung, da sie sich meist an das Nadelholz halten, mehr durch andere Verhältnisse, Nahrung u. s. w. begränzt sein, als durch das Klima, so dass es nichts Auffallendes hat, wenn wir P. ater eben so weit nach Norden finden, als P. major. Die kleinste Art scheint besonders ausgezeichnet befiedert zu sein. Doch geht sie wohl nicht ganz so weit nach Norden als mehrere andere Arten. Manche derselben bleiben aber den Winter in Deutschland, wie die grössern Arten. — Die Nahrung dieser kleinen, in der Kälte so wohl aushaltenden Vögel scheint besonders fettreich zu sein.

Wenn wir von den sechs Lerchenarten bei Naumann die Phileremos Brehm (brachydactyla und alpestris) und Melanocorypha Boje (M. calandra) entfernen, so bleiben nur die A. cristata und die kleinern arvensis und arborea. Von diesen geht die cristata zwar nicht weit nach Norden, aber

Digitized by Google

sie überwintert in Deutschland, was die ihr zunächst stehende, welche im Sommer sich bis hoch nach Norden verbreitet, nicht thut. Die A. arborea geht weniger weit nach Norden als die zweite und zieht im Winter bis in das südlichste Europa.

Von den beiden Phileremos ist die grössere Art, Ph. alpestris ziemlich nach Norden verbreitet, während die kleine brachydactyla ein südlicher Vogel ist.

Die grosse Calanderlerche würde als ein ebenfalls südlicher Vogel eine auffallende Stelle haben, wenn wir sie in einem Genus mit den eigentlichen Lerchen betrachten müssten.

Unter den Ammern ist einer der grössern, E. melanocephola, durch seinen südlichen Wohnort auffallend. Es scheint mir dabei interessant, dass diese Art einige Eigenthümlichkeiten hat, durch welche sie sich den Tanagra annähert. — Unter den übrigen scheinen die grössern, E. miliaria und citrinella am meisten Kälte zu vertragen, da der erstere selbst bis in Schweden, der andere wenigstens regelmässig in Deutschland überwintert.

E. cirlus und cia kommen der citrinella an Grösse nahe oder gleich, sind aber schmächtiger und merklich südlicher, schon im südlichen Deutschland nicht gemein.

E. hortulana, bedeutend kleiner und schmächtiger als citrinella geht dafür verhältnissmässig weit nach Norden, da er selbst in Schweden und Norwegen vorkommt. Den Winter lebt er aber nur im Süden.

E. pithyornus, etwas grösser als der folgende, lebt östlich von uns, so dass seine Verbreitung für weniger bekannt gehalten werden muss.

E. schoeniclus, die kleinste Art, geht auffallend weit nördlich, „von Italien bis hoch in Schweden und Norwegen hinauf.“ Doch den Winter bleiben nur einzelne bei uns.

Die beiden Spornammer sind wenig verschieden an Grösse und beide sehr nördlich wohnend.

Ueber die beiden Kreuzschnabelarten muss ich

Digitized by Google

bemerken, dass es von der grössern nicht eben so sicher sein soll, wie von der kleinern, dass sie bis in den Polarkreis hinauf vorkommt. N. findet es aber wahrscheinlich.

Unter den Pyrrhula geht der grösste, P. enucleator, sehr hoch nach Norden, in den Polarkreis und überwintert auch sehr nördlich. P. vulgaris ist sehr verbreitet, nach Norden und Süden, überwintert aber sehr häufig in Deutschland. P. rosea (der vorigen an Flügelbreite ganz nahe stehend) und die kleinere erythrina wohnen mehr östlich von uns. Der Girlitz, welcher sich bei N. als Fringilla serinus unter den Hänflingen findet, bei Bl. und K. als Subgenus Dryospiza bei Pyrrhula steht, kann als relativ kleiner und südlicher Vogel in dem einen Genus eben so wenig als in dem andern durch seine relative Verbreitung auffallen.

Die Sperlinge lassen sich bei der ungeheuren Verbreitung, namentlich des Haussperlinges, schwer vergleichen. Derselbe geht weiter nördlich als der Feldsperling und diess entspricht seiner Grösse. Nach den Standorten, welche N. angiebt, könnte es freilich scheinen, als wenn er auch in heissern Gegenden vorkäme. Auch Bl. u. K. geben für eine Varietät des Haussperlinges Java unter den Wohnorten, während kein so warmes Land für den Feldsperling angegeben wird. F. petronia lassen wir bei den eigentlichen Finken folgen.

Bei den Finken durchkreuzen sich einigermaassen die Anordnungen. Wir folgen der von Bl. u. K. angenommenen. Da finden sich unter Acanthis die Zeisige N's mit Ausnahme von F. citrinella, also F. carduelis, linaria und spinus. Diese sind sehr verbreitet, so dass eine genauere Vergleichung vielleicht noch unthunlich ist. F. linaria scheint im Verhältniss zu F. carduelis jedoch etwas hart gegen die Kälte zu sein (unter der Voraussetzung, dass sie etwas kleiner ist, wie es nach der Flügelbreite scheint), denn vom Stieglitz heisst es, er wohne vom mittlern Schweden herab durch ganz Europa bis Afrika, überwintere aber zum Theil auch

Digitized by Google

schon in Deutschland, während der Birkenzeisig bis in die Nähe des arktischen Kreises geht und im Herbst und Winter in die nördlich und östlich von Deutschland gelegenen Gegenden, er streicht auch ins mittlere und südliche Deutschland, ins nördliche Italien, und ist in der Schweiz und manchen Theilen Frankreichs nicht selten. Der eigentliche Zeisig, als merklich kleiner, verhält sich normal gegen diesen, insofern er nicht so weit nach Norden, nur bis ins mittlere Schweden, dagegen aber bis in den äussersten Süden und Westen Europa's und bis auf die canarischen Inseln wohnt.

Als Fringilla auct. finden wir denn N's Edelfinken, die Hänflinge ausser F. serinus (S. b. Pyrrhula) von den Zeisigen die F. citrinella und von den Sperlingen die F. petronia.

Die acht Arten möchten der Grösse nach etwa so stehen: F. nivalis, welche entschieden die grösste Art ist; F. petronia, chloris, caelebs und montifringilla, von welchen beiden der letztere etwas kürzer ist, cannabina, etwas grösser als Fr. montium, aber mit weniger langem und lockerm Gefieder, citrinella, nahe der cannabina, montium.

Unter diesen ist der Schneefinke, seiner Grösse entsprechend, auch wohl entschieden der härteste, da er von den hohen Bergrücken, auf welchen er sich hält, nur schwer dem Schnee und der Kälte weicht.

Der Steinspatz ist aber hier eben so abnorm, wie er unter den Passeres sein würde, da er ein südlicher Vogel ist. Es ist jedoch zu beachten, dass die Fringillae auct. auch noch in verschiedene Unterabtheilungen gebracht worden sind, und der Steinspatz als Pyrgita von den übrigen abgesondert steht.

Die nächsten fünf Arten sind an Grösse wenig verschieden, und auch in ihrer Verbreitung scheint kein für uns wichtiger Unterschied Statt zu haben. Die letzte derselben, F. citrinella ist zwar bedeutend südlicher als die andere, liebt aber dabei besonders die Höhen. F. chloris vom 65° N. Br. bis Nordafrika, in Mitteleuropa am häufigsten. Bei

Digitized by Google

uns in Norddeutschland Zug- und Standvogel, doch in strengen Wintern selten. F. caelebs durch ganz Europa, doch nur selten über den 65° N. Br. hinaus. In Deutschland überwintern nur wenige. F. montifringilla, bis an den Polarkreis nach Norden. Im Winter in das südliche und südwestliche Deutschland, Südfrankreich u. s. w. Im strengen Winter verlassen sie Deutschland ganz. F. cannabina geht nach Norden in Norwegen bis Drontheim, nach Süden bis Afrika, in Mitteleuropa gemein, in Deutschland scheinen sie in strengen Wintern selten vorzukommen. F. citrinella, schon erwähnt.

Die kleinste Art, F. montium, ist nun aber wieder nördlicher, was vielleicht auf Rechnung ihres auffallend grossen Gefieders kommt. Sie wohnt im hohen Norden, den Winter in Südschweden, Norddeutschland, selten bis zur Schweiz und Oberitalien hinab.

Von den beiden Cuculi ist der canorus sehr verbreitet, auch nach Norden, verlässt aber Europa im Winter; der C. glandarius, nur am Körper etwas kleiner (bei gleicher Flügelbreite), hat bei weitem nicht die nördliche Verbreitung. Eine Vergleichung derselben hat aber nach unsern hier gestellten Principien keinen sichern Werth, weil die Richtigkeit des Genus nicht anerkannt ist, sondern der C. glandarius dem Genus Coccystes Glog. angehört.

Bei den acht Arten der Spechte haben die bedeutenden Grössenverschiedenheiten so wenig Einfluss auf die Vertheilung, dass hier offenbar aus der Lebensweise, Nahrung u. s. w. Aufschlüsse zu erwarten sind.

Von den drei grössten Arten, P. martius, viridis und canus könnte man annehmen, dass ihre Ausbreitung nach Norden gar nicht durch das Klima begränzt wäre, da sie sich nach dem Vorkommen von Waldung zu richten scheint. Indessen verlassen sie im Winter ihre nördlichsten Punkte wohl. Der erste ist weit verbreitet, bewohnt jedoch mehr die nördlichen als die südlichen Länder. Bei uns ist er

Digitized by Google

Standvogel. Der zweite findet sich durch ganz Europa. Im Winter ist er bei Anhalt gesehen. Der dritte geht so hoch nach Norden, als grosse Bäume wachsen, und ist dort im Norden häufiger als in südlichern Ländern. In harten Wintern zieht er von uns fort.

P. leuconotus ist mehr nach Nordosten verbreitet.

P. major ist mehr im nördlichen und mittlern als im südlichen Europa, geht „ziemlich hoch nach Norden" und ist von da bis Frankreich und Italien gemein. Bei uns ist er Strich- und Standvogel.

P. tridactylus liebt die nördlichen Gegenden und in südlichen die Höhen. P. medius, diesem sehr nahe an Grösse, geht nicht so weit nördlich als P. major, ist mehr im gemässigten und südlichen Europa, in Deutschland, Oberitalien einheimisch.

P. minor ist in allen Ländern des mittlern Europa, in Schweden, Finnland, „anscheinlich" nicht im südlichsten Europa. Mehr Stand- als Strichvogel.

Unter den vier Schwalben ist H. rustica die grösste, riparia die kleinste. Zwischen ihnen stehen, einander ziemlich gleich, H. urbica und rupestris. Die letztere lässt sich mit den übrigen nicht gut vergleichen, da sie ein Gebirgsvogel ist. Achtet man bei den drei übrigen Arten auf die Zugzeit, so erscheinen sie als völlig normal, da zuerst die H. rustica, dann die urbica und dann die riparia ankommt und sie in umgekehrter Ordnung wieder abziehen. Uebrigens sind alle drei sehr verbreitet, gehen bis an und einzeln selbst bis über den Polarkreis hinaus, zugleich auch weit nach Süden.

Ueber Cypselus melba und apus lässt sich nichts Bestimmtes sagen. Beide sind Gebirgsvögel und am Mittelmeere würde sich wohl die Höhenzone bestimmen lassen, es scheint aber allerdings, als wenn die grössere Art, C. melba, höher in den Gebirgen wohnte. Sie kommt z. B. in hohen Alpen und Alpenthälern vor, während es von C. apus nur heisst, sie sei häufiger in gebirgigen als ebenen Gegen-

Digitized by Google

den. Daher halten wir es vorläufig für einen mehr zufälligen Umstand, dass die kleinere Art ausser ihren südlichen Aufenthalten auch bis Drontheim in Norwegen beobachtet worden ist.

Von den vier Tauben scheinen C. palumbus, livia und turtur, so folgen sie der Grösse nach aufeinander, ganz normal. Die erstere überwintert schon in Südfrankreich und Italien, die zweite verlässt Europa im Winter ganz, und die dritte kommt am spätesten und geht am frühesten unter den deutschen Tauben.

C. oenas dagegen verhält sich unregelmässig. Bei etwas bedeutenderer Flügelbreite ist sie von Rumpf schwächer als C. livia, geht aber nicht nur wie C. palumbus und livia im Sommer hoch nach Norden, sondern kommt auch früher zu und geht später von uns als palumbus. C. turtur geht nördlich kaum bis zum südlichsten Schweden.

Die beiden Tetrao scheinen normal, da zwar beide weit nördlich gehen, das Birkhuhn aber, wie N. sagt, „überhaupt südlicher geht als das Auerhuhn."

Dagegen geht von den Lagopus der kleinere L. alpinus in gleichen Breiten höher hinauf in die Gebirge als L. albus, und auch wohl weiter nach Norden.

Von den Perdix, unter welchen nach N. P. saxatilis die grösste (obwohl nicht an Flügelbreite), rubra die mittlere, cinerea die kleinste Art sein würde, trennen wir die letztere als Starna Bonap. — In gleichem Genus mit den beiden andern würde sie in ihrer Verbreitung abnorm sein, während jene unter sich normal sind. Denn P. saxatilis geht etwas weiter nördlich und scheint auch in der südlichen Schweiz, wo beide vorkommen, höher in den Gebirgen zu leben.

Unter den Trappen ist Otis tarda, die grössere Art, auch die nördlichere; sie ist in manchen Gegenden des nördlichen Deutschlands ein gewöhnlicher Vogel, der sich dort Winter und Sommer aufhält, während O. tetrax schon

Digitized by

in Ungarn, Dalmatien, Oberitalien seltner, als in den südlichern Theilen Europa's ist und in den Vogesen und der Schweiz schon nicht mehr nistet. Dasselbe ist für Deutschland der Fall, O. tetrax ist hier stets eine seltne Erscheinung und besonders für Norddeutschland oder das südliche Schweden, wohin sich wohl einmal einer verfliegt. Dagegen ist O. houbara, den N. allerdings auch in eine besondere Abtheilung bringt, noch südlicher, wiewohl merklich grösser als O. tetrax.

Unter den Regenpfeifern würden sich die beiden Brachregenpfeifer wohl als normal bezeichnen lassen, indem der Mornellregenpfeifer, bei gleicher Verbreitung nach Norden, weiter südlich geht, auch kürzere Zeit in den kältern Ländern bleibt als der Goldregenpfeifer. Indessen fallen diese beiden Vögel in die Genera Charadrius L. und Eudromias Boje.

Der grösste der drei Aegialites, Ae. hiaticula, ist ungeheuer verbreitet; im Sommer durch ganz Europa bis an und über den Polarkreis, im Winter in warmen Ländern. Die beiden kleinern, Ae. cantianus und curonicus, gehen weniger nördlich. Wenn von diesen der kleinere etwas weiter nach Norden geht und etwas früher im Jahre ankommt, so gleicht sich diese Unregelmässigkeit vielleicht dadurch aus, dass er viel früher auch wieder fortzieht. Ae. cantianus beginnt nämlich zwar im August von seinen Brüteplätzen wegzustreichen, sammelt sich aber erst im Anfang November in grossen Schaaren zum Zuge, während der Ae. curonicus oder minor schon im August und September zieht.

Tringa. Die grösste, Tr. islandica, wohnt den Sommer in der Nähe des arktischen Kreises, scheint am Mittelmeere zu überwintern. — Die zweite, Tr. maritima, ist noch mehr arktisch, zeichnet sich aber durch ein besonders warmes Gefieder aus. Sie bleibt den Winter auf Island. Das will jedoch nicht so viel sagen, da der südwestliche

Digitized by Google

Theil von Island einen sehr milden Winter hat. Man sieht diesen Vogel in der Zugzeit doch auch am mittelländischen Meere.

Die kleinste Art, Tr. Temminckii, ist gemein in südlichen Theilen Skandinaviens und von da mehr östlich. Wie weit sie zugleich nach Norden geht, ist nicht bekannt, kommt jedoch auch an den deutschen Nordküsten brütend vor. Kommt im Sommer wohl am spätesten, im Mai und Juni, zieht fort im September.

Von den übrigen vier Arten, Tr. subarquata, alpina, Schinzii, minuta, sind manche Punkte nicht recht festgestellt, doch scheinen sie sich zu der grössten und der kleinsten Art nicht abnorm zu verhalten, wenn sie auch unter sich in ihrer Vertheilung sich vielleicht nicht genau nach den Grössendifferenzen richten. Man kennt die Sommeraufenthalte derselben zum Theil nicht. So namentlich von Tr. subarquata. N. meint, dass sie nordöstlich von uns und vielleicht zum Theil nicht weit von uns brüten werde. Im Winter ist sie im südlichen Europa und Nordafrika. Tr. alpina, kaum kleiner, findet im Sommer ihre Südgränze an der deutschen Nordküste (53° — 54° N. Br.) und geht nach Norden bis zum Polarkreise. Im Winter an den Küsten des Mittelmeeres, also wie der vorige. Tr. Schinzii hat auch seine südlichern Brutplätze an der deutschen Nordküste. Vielleicht geht er aber dabei etwas weiter nördlich als die beiden vorigen. Jedenfalls zieht er im Frühjahr etwas früher, im Herbste etwas später als dieselben. Von Tr. minuta sagt N., sie gehe durch ganz Europa bis zum hohen Norden. Indessen wird dann doch zu erkennen gegeben, dass der Sommeraufenthalt kaum bekannt sei. Im Winter ist sie am Mittelmeere und südlicher bis zum Wendekreise.

Zu einer Vergleichung der drei Arten von Actitis, welche N. anführt, haben wir nicht hinreichendes Material. Europa kennt zwei derselben nur als Versprengte.

Unter den Totanus verhalten sich die vier Arten mit

Digitized by Google

geradem Schnabel unter einander normal. Die grösste Art, T. fuscus, scheint im Sommer auf den hohen Norden beschränkt; im Winter findet sie sich im südlichen Europa. Ihr Herbstzug beginnt später und dauert länger als bei den übrigen Arten.

T. calidris ist sehr verbreitet, geht bis in die nördlichsten Theile von Europa (bis 70° N. Br.) und zugleich weit nach Süden, bis Afrika u. s. w. Ueberwintert an den Küsten des Mittelmeeres. In Deutschland bleibt keiner, während es viele in Island thun sollen. (Vgl. bei Tringa islandica). Der Herbstdurchzug ist am stärksten Ende August und in der ersten Hälfte des Septembers. Der Rückzug beginnt zuweilen schon vor der Mitte März, dauert gewöhnlich bis in die zweite Hälfte des April.

T. ochropus und der kleinere glareola würden nach N. sich in ihrer Verbreitung, wenigstens in Europa ähnlich sein, auch ziemlich gleich weit nach Norden gehen, der grössere nämlich nicht viel über das mittlere Schweden hinaus, der kleinere bis in das mittlere Schweden. Nach Bl. u. K. fände sich die kleinere Art sogar bis Lappland. Indessen ist ihr Herbstzug doch etwas früher, der Frühjahrszug etwas später beendigt.

Auch die beiden Arten mit aufgekrümmtem Schnabel erscheinen unter einander normal. T. glottis geht in Europa vom Polarkreise bis über die südlichsten Gränzen hinab, während der bedeutend kleinere T. stagnatilis wenigstens in Europa nicht weit nach Norden zu gehen scheint.

So könnten auch die beiden Phalaropus sich normal verhalten. Beide sind boreal, aber Ph. platyrhynchus scheint noch nördlicher und weniger südlich zu gehen, als cinereus. Z. B. ist er in Nordschottland selten, wo der letztere häufiger vorkommt. Ueber die Wanderungen dieser Vögel ist nichts klar genug. Selten verirrt sich einer nach Deutschland, und von der grössern Art noch seltner als von der kleinern.

Digitized by Google

Unter den Sumpfschnepfen, welche zu Ascalopax Bl. u. K. gehören, und den Limosa Briss., sind die resp. grössten Arten abnorm. Die Grössenverschiedenheiten der Ascalopax sind nicht unbedeutend. (Asc. major 1/3 grösser als gallinago, diese 1/3 grösser als gallinula). Dennoch zieht A. major im Frühjahr später und im Herbste früher als die beiden andern Arten. Auch bleibt im Winter nie eine bei uns, was wohl eine und die andere der beiden kleinern Arten thut. Ihre Nordgränze dürfte sie in den mehr östlichen Ländern erreichen, so dass dieselbe nicht für genau bekannt gehalten werden kann.

Die beiden kleinern Arten, nach den Zugzeiten beurtheilt, würden sich unter einander normal verhalten. Asc. gallinago zieht im Frühjahr am lebhaftesten in der zweiten Hälfte des März; der Zug von gallinula dauert von Mitte März bis Anfang Mai. Der Herbstzug der erstern dauert von der zweiten Hälfte des August durch September und October. Einzelne kommen noch später, während die andere Art im August und September zieht.

Die Limosa sind weniger verschieden an Grösse. Aber die grösste, melanura, ist weder ihrer bekannten Verbreitung noch ihrer Zugzeit nach so nördlich als die beiden kleinern L. Meyeri und rufa, welche unter sich in ihrer Verbreitung nicht merklich verschieden angegeben werden.

Numenius. N. arquata und phaeopus (1/5 bis 1/4 kleiner) sind nach den Angaben in ihrer sehr grossen Verbreitung nicht sicher zu vergleichen. Doch scheinen sie normal, und die Zugzeit bestätigt diess. Der erstere zieht im April und bis Anfang Mai, der Hauptrückzug im August, allmälig im September sich verlierend. Der zweite zieht im Mai und zurück im Juli und August, spätestens September. N. tenuirostris, von ungefähr gleicher Grösse mit phaeopus, ist noch nicht lange erkannt und bis jetzt mehr in südlichen Ländern gefunden, während jene Arten im Sommer weit nach Norden reichen.

Digitized by Google

Die vier Arten von dünnhalsigen Reihern würden, in einer Reihe betrachtet, die Unregelmässigkeit darbieten, dass A. egretta, von Rumpf etwas grösser als die purpurea, dennoch südlicher ist. Trennen wir aber die Subgenera Ardea auct. und Egretta Bonap., so fällt diess weg. A. cinerea geht viel weiter nach Norden als A. purpurea, und egretta scheint nicht so südlich als garzetta. In Europa sind sie jedoch ziemlich in denselben Ländern und haben auch gleiche Zugzeiten.

Auch die Nachtreiher finden wir bei Bl. u. K. in eben so viele Subgenera vertheilt, als Arten sich bei N. finden. Vergleichen wir sie, so finden wir A. minuta weniger weit nach Norden, als die bedeutend grössere A. stellaris, deren Zugzeit ebenfalls eine geringere Empfindlichkeit gegen Kälte ausspricht. Sie kommen Ende März, oft erst im April, gehen im September und October, bleiben aber bei schönem Wetter auch theilweise bis in den November und lassen sich erst durch Schnee und härtere Fröste vertreiben. Die kleinere Art dagegen kommt nicht leicht vor Ende April, gewöhnlich erst im Mai und geht zurück im September, so dass selten Anfangs October noch ein Exemplar gesehen wird. A. nycticorax ist nun zwar, bei ziemlich gleicher Grösse mit A. stellaris, wohl südlicher selbst als die kleinere Art. Sie hat aber auch nicht das grosse lockere Gefieder der beiden andern Arten. Der Zugzeit nach könnte sie aber auch A. stellaris näher stehen als der A. minuta.

Die Ciconia nigra scheint nicht nur verbreiteter, auch gegen Norden zu sein, als die etwas grössere alba, sondern auch ein Unterschied in der Zugzeit sie als unempfindlicher gegen die Kälte zu bezeichnen.

Grus cinerea und virgo verhalten sich dagegen wieder normal, da die erstere Art, beträchtlich grösser, den Sommer im kühlern Theile der gemässigten, bis an die kalte Zone zubringt, während die andere Art in Europa sich nur in Griechenland und Italien hin und wieder findet und in

Digitized by Google

Asien im Sommer in den wärmern Theilen der gemässigten Zone wohnt.

Auch die zweite Familie der Sumpfhühner bei N., welche zu Ortygometra Leach gehören, darf man als normal betrachten. Die grösste Art, Crex porzana, scheint gegen Norden nicht über das südliche Schweden zu gehen, ist häufig in der Schweiz, Frankreich, Italien, Ungarn und weiter östlich. In Deutschland überall, besonders in ebenen sumpfigen Gegenden. Ueberwintert im südlichen Europa, auch schon in Ungarn. C. pusilla, weit kleiner als der vorige und etwas grösser als der folgende, liebt eine wärmere Zone, ist in Deutschland häufiger in den südlichen und östlichen Theilen. Aber nicht in den nordöstlichen, denn es ist in Preussen sehr selten. C. pygmaea „liebt, wie das vorhergehende, eine wärmere Zone und scheint im Sommer nicht einmal so hoch nach Norden vorzukommen.“ — Zugzeiten. Der ersten Art: kommt selten vor Mitte April und bis tief in den Mai; geht Ende August bis Anfang October, häuptsächlich im September. Der zweiten Art: kommt auch bei zeitig warmer Witterung nicht leicht vor Anfang, sondern viel öfter erst gegen die Mitte des Mai, doch oft etwas früher als das folgende; geht Ende August bis Ende September. Der dritten Art: kommt im Mai und geht wahrscheinlich schon im August.

Colymbus cristatus, rubricollis, cornutus, arcticus (kaum kleiner), auritus, minor. Der dritte und vierte geht weiter nördlich als der fünfte und sechste. Aber der erste und zweite verhalten sich zu den übrigen nicht normal in ihrer Verbreitung, indem sie nicht so weit nach Norden gehen als die grössern unter diesen kleinern Arten. Der erste geht jedoch vielleicht etwas nördlicher als der zweite, kommt zuweilen etwas früher im Frühjahr an und zieht sich im Herbst mehr allmälig mit dem Zufrieren der Gewässer zu-

Digitized by Google

rück, überwintert auch wohl an den deutschen Nordküsten.

Unter den zehn Arten von Sterna sehe ich so wenig die Verbreitung im Verhältniss zur Grösse, dass eine Betrachtung derselben im Einzelnen überflüssig sein würde.

Dagegen ist unter den elf Arten von Larus wohl zu bemerken, dass die drei kleinsten Arten, ridibundus, melanocephalus und minutus, weniger nördlich verbreitet sind als die acht grösseren: marinus, glaucus und argentatus, fuscus und leucopterus, eburneus und canus, tridactylus. Diese sind aber, sämmtlich sehr nordisch, unter sich mehrfach unregelmässig, so dass z. B. eburneus vielleicht die nördlichste von allen ist.

Unter den Halieus sind die beiden grössern, cormoranus und graculus, viel mehr nach Norden verbreitet als H. pygmaeus. Die Verbreitung jener erscheint aber, dieselben unter sich verglichen, abnorm, insofern sie bei bedeutend verschiedener Grösse nicht merklich verschieden an Verbreitung sind.

Ueber das Verhältniss des grossen Pelecanus crispus zum onocrotalus möchte nach N's Angaben über erstern noch kaum etwas gesagt werden können. Wenn er aber nach Bl. u. K. am kaspischen Meere besonders im Winter sich findet, so könnte das wohl andeuten, dass er im Allgemeinen nördlicher wohnt als die kleinere Art.

Von eigentlichen Gänsen zählt N. sieben Arten, A. cinereus, hyperboreus und arvensis, segetum, intermedius, albifrons, minutus. Da die drei letzten nicht allgemein unterschieden werden, so ist es natürlich, dass die Nachrichten über dieselben wenig vollständig sind. Die vorhandenen Angaben lassen indessen die Möglichkeit der Annahme, dass sie weniger nördlich sind, als die grösseren Arten. Namentlich scheint A. minutus ziemlich südlich zu gehen. Unter den grössern ist die erste abnorm, sie ist wenig grösser als A. hyperboreus, dabei südlicher im Sommer- und Win-

Digitized by Google

teraufenthalte. Dagegen könnten A. hyperboreus und arvensis sich zu A. segetum und den kleinern normal verhalten. Sie gehen sehr hoch nördlich; von der hyperb. ist der Sommeraufenthalt bekannt, von arvensis weiss man, dass sie im Winter bei uns nur dem gänzlichen Zufrieren der Gewässer weicht, während A. segetum, deren Sommeraufenthalt auch unbekannt ist, nur in sehr milden Wintern in Deutschland bleibt. N. vermuthet zwar, dass sie im Sommer noch weiter nach Norden gehe. Gründe dafür finde ich nicht. Ihre grössere Empfindlichkeit gegen Kälte spricht sich auch in der Zugzeit aus, denn sie zieht schon in der zweiten Septemberhälfte zu uns herab und geht Ende April, zuweilen noch Anfang Mai wieder nordwärts, während A. arvensis meist schon im März nach Norden zieht und Ende October zu uns kommt.

Die Berniclae sind unter sich an Grösse nicht bedeutend verschieden und so scheint es auch die Ausdehnung ihres Wohnortes eben nicht zu sein.

Die Cygnus verhalten sich abnorm, namentlich C. olor zu C. melanorhinus, ersterer weit grösser und dabei südlicher.

Auch die beiden Vulpanser, übrigens auch in Subgenera von Bl. u. K. getrennt, bewohnen bei kaum verschiedener Grösse doch beträchtlich verschiedene Klimate.

Die Enten A. boschas, acuta, strepera und penelope, querquedula, crecca, bieten mehr untergeordnete Abweichungen. Die erste ist überall sehr verbreitet, nach Norden und Süden, bleibt aber im Winter so weit nördlich als sie offene Gewässer findet. Die zweite, am Leibe kleiner, hat eben so ausgedehnte Wohnorte, ist aber mehr Zugvogel und zieht auch im Frühjahr gewöhnlich etwas später als die erste. Die dritte Art wird nach Norden schon im mittlern Schweden und Norwegen selten, liebt ein gemässigteres und wärmeres Klima und ist nur darin häufig. Die gleich grosse penelope ist aber nördlicher, besonders häufig im Som-

Digitized by Google

mer im mittlern Schweden, Norwegen u. s. w. Im Winter südlich.

An diese schliesst sich A. querquedula, welche bis in Dänemark und das südliche Schweden hinauf im Sommer häufig ist. Sie bleiben im Winter nie in Deutschland.

A. crecca ist aber wieder auffallend boreal, da sie bis zum Polarkreise im Sommer und bis zum 54° N. B. im Winter reicht. In harten Wintern verlassen sie jedoch auch Deutschland ganz.

Die Fuligula, rufina, ferina und marila, cristata (bei N. Anas fuligula), nyroca zeigen wenig Normales in dem gegenseitigen Verhalten der vier grössern Arten. Die fünfte, F. nyroca, scheint aber allerdings am wenigsten Kälte zu vertragen. Es sind zwar auch für die F. rufina keine weit nach Norden gelegene Gegenden erwähnt. Aber sie findet sich auf dem Zuge in Deutschland noch in so winterlicher Jahreszeit, in welcher die nyroca nicht an gleichen Orten vorkommt.

Unter den Oidemiae ist die grössere fusca bei ziemlich gleicher Verbreitung mit nigra doch weniger empfindlich gegen die Kälte, was sich in der Zugzeit ausspricht. Die Oi. perspicillata mag ich nicht mit den andern vergleichen, da ihre Verbreitung fast nur in Amerika bekannt ist.

Von den Glaucion scheint die grössere Art, G. islandicum, als nördlicher angesehen werden zu können, da sie Winter und Sommer in Island bleibt, während G. clangula zur Nord- und Ostsee, nach Holland, Frankreich und England herabzieht.

Harelda. Die grössere Art, H. glacialis, könnte auch wohl die nördlichste sein; sie soll im Sommer selbst auf Spitzbergen vorkommen. Im Winter findet sie sich auf der Ostsee, in Schottland, nach England herab schon seltner. Die H. histrionica ist im Sommer auch weit nach Norden, doch scheint kein so nördlicher Aufenthalt als Spitzbergen bekannt. Den Winter hält sie zwar auf der (milden) Süd-

Digitized by Google

küste von Island aus. In Russland geht sie zum kaspischen Meere hinab. Ueber H. dispar, namentlich deren Zug, ist wenig bekannt.

Unter den Somateria ist die kleinere, spectabilis, wohl entschieden nördlicher, als die grössere mollissima. (Bekanntlich sind ihre Dunen auch höher geschätzt, was aber den Menschen an denselben schätzbar ist, grössere Zartheit, schlechtere Wärmeleitung, mag auch wohl dem Thiere selbst zu Gute kommen).

Unter den Mergus ist merganser der grösste, scheint aber nicht bloss im Sommer nördlicher, sondern auch im Winter südlicher sich zu verbreiten als der serrator. In ihren Zügen bieten diese Thiere manche Unregelmässigkeiten, doch scheint es, als wenn die grössere Art im Allgemeinen etwas früher nordwärts und etwas später südwärts zöge, als die andere. M. albellus, der kleinste, findet sich im Sommer am weissen Meere und andern Orten gleicher Breite, also nicht, wie die andern, weit in den Polarkreis hinein, da das weisse Meer von diesem geschnitten wird.

Die drei Eudytes scheinen nicht abnorm. Der grösste, E. glacialis, ist sehr nördlich, mehr als der arcticus, sowohl im Sommer- als Winteraufenthalt. Der kleinste, E. septentrionalis, geht nun zwar im Sommer so nördlich als der grösste, ist aber mehr Zugvogel als die andern, ist im Winter bis Japan, am schwarzen und caspischen Meere, einzeln in Südeuropa, auch an der Ost- und Nordsee. Auf der Ostsee träfe er denn im Winter mit dem E. arcticus zusammen. Der E. glacialis kommt selten bis Deutschland herab.

Von den Uria nennt N. die hringvia die grösste, lomvia die kleinste. U. arra würde also zwischen ihnen stehen, ist aber gedrungener als beide. Die kleinste ist auch die südlichste, aber die mittlere ist die nördlichste.

Digitized by Google

B.

Es wird etwas weiterhin eine Zusammenstellung aus dem Vorigen gegeben werden, nach welcher es mir ausgemacht zu sein scheint, dass die kleinern Species durchschnittlich weniger Kälte vertragen als die grössern.

Daneben scheint es dann wohl paradox, wenn die Wirkungen desselben Gesetzes bei gewissen Racen von Thieren so wenig in die Augen fallen. Müsste man nicht erwarten, dass Racen, welche einander in ihrer Organisation doch ähnlicher sein sollten, als die Species einer Gattung, in ihrer Verbreitung noch abhängiger von ihren Grössenverhältnissen sein würden, als jene?

Das klingt zwar sehr scheinbar. Dennoch springt es bald in die Augen, dass zwischen vielen Racen sich sehr starke Verschiedenheiten gerade in solchen Verhältnissen finden, welche auf die Wärmeökonomie von Einfluss sind. So namentlich in der Haarentwickelung. Verschiedene interessante Bemerkungen über die Veränderungen der Bedeckungen, welche bei der Akklimatisation von Hausthieren erfolgten, hat unter andern Roulin [1]) zusammengestellt. So findet man in den heissesten Gegenden Amerika's bei den akklimatisirten Hühnern, dass die Küchlein ihre Dunenbedeckung bald verlieren und am Leibe nackt werden. Das Schaf ist in den heissen Gegenden schwer zu ziehen und verliert die Wolle gänzlich gegen ein schlichtes kurzes Ziegenhaar, wenn sie nicht zu rechter Zeit geschoren wird [2]).

---

[1]) Recherches sur quelques changemens observés dans les animaux domestiques, transportés de l'ancien dans le nouveau continent. In den Mém. prés. p. div. savans à l'Ac. r. des sc. de l'Inst. de France. Sc. math. et phys. T. VI. 1835.

[2]) Die isländischen Schafe dagegen werden nie geschoren, man lässt jedes Jahr die Wolle so zu sagen reif werden und nimmt sie ihnen dann allmälig ab. Aber diese produciren stets wieder eine lange Wolle.

Digitized by Google

So sind nun auch grosse Verschiedenheiten gerade in dieser Hinsicht zwischen den auch übrigens so sehr verschiedenen Racen der Hunde. Die einzelnen Racen sind meist sehr akklimatisationsfähig und folgen dem Menschen in alle Klimate. Einige sind jedoch auffallend weniger fähig die Kälte zu ertragen. Unter diesen auch die grossen Windhunde mit kurzem Haar und sehr geringer Fettbildung. Beide Eigenschaften tragen dazu bei, die Empfindlichkeit dieser Thiere zu erklären. Je weniger Fett unter der Haut abgelagert ist, um so weniger ist die direkte Wärmemittheilung von den innern Theilen an die Haut beschränkt. Ist die Fettdecke bedeutender, so geschieht die Wärmemittheilung mehr und mehr durch die Circulation, und steht dadurch mehr unter der Herrschaft des Organismus. Unter den windhundartigen Spielarten scheint aber die kleine sog. englische Art besonders zart [1]).

Uebrigens ist ganz besonders in Beziehung auf den Hund auch sein Verhältniss zum Menschen und dessen Wohnung ein Umstand, welcher die Beurtheilung erschwert. Wenn ein Thier so sehr Hausthier ist, so wird sein Klima ein anderes als dasjenige des Landes, in welchem es lebt, und es ist ein ganz verschiedenes in demselben Lande für den Hofhund, dem man sein Hundehaus gewährt, und den Mops oder Dachshund, der seinen Platz auf dem Polster und unter dem Ofen hat.

Ferner: wenn ein Thier vom Menschen in kalte Gegenden eingeführt wird, so kann dasselbe auch darin gehalten werden, obwohl das Klima ihm durchaus nicht angenehm ist, so dass es als freies oder wildes Thier sich in diese Gegenden nicht verlieren oder bald wieder den Rückweg finden würde. Ein Klima, welches als unbehaglich kalt empfunden wird, ist eben ein solches, bei welchem man

---

[1]) Voigt, in Cuvier's Thierreich, sagt von diesem, er zittre beständig vor Frost.

Digitized by Google

seine Haut nicht warm zu halten vermag. Man kann dabei innerlich richtig temperirt sein, man kann diess gerade, weil die Haut kühl ist, weil dadurch Wärme gespart wird. Aber ein Klima von solcher Wirkung auf ein bestimmtes Thier ist kein passendes, wenn es auch durch den Menschen darin gehalten wird. Als eminentes Beispiel dazu können eben die erwähnten kleinen Windspiele dienen. Auch bei andern kleinen Hunderacen bemerkt man eine grosse Empfindlichkeit schon gegen die für unsern Himmelsstrich mässigen Kältegrade. Sie zittern vor Frost, nehmen eine eigenthümlich gekrümmte und dabei halb sitzende Stellung an, bei welcher sie sich jedoch wohl hüten, den kalten Boden mit dem Gesässe zu berühren, vielmehr abwechselnd diesen und jenen Fuss noch aufheben, mit einer Gebärde, welche deutlich ausspricht, dass es sie an den Füssen friert.

Besonders auffallend würde man es noch finden müssen, wenn die Hausthiere unter dem Einflusse der Kälte kleiner würden, wie Blumenbach (De gen. hum. var. nat.) annahm. Aber das ist nichts weniger als ausgemacht, und das von diesem berühmten Naturforscher gewählte Beispiel des Pferdes ein besonders unglückliches. Freilich ist das Pferd auf Island klein, aber auf den shetländischen Inseln noch kleiner, und es ist eben so klein als in Island in verschiedenen warmen Gegenden, auf Corsika, Timor u. s. w.

Eben so wohl, aber auch eben so wenig durchgreifend richtig könnte man gerade das Gegentheil des Blumenbachschen Satzes behaupten. So könnte man sich auf die Bergelephanten beziehen (s. o. S. 42) und auf die kleinen Ziegen des heissen Amerika [1]).

Was die Verkleinerung mancher Racen bewirkt, ist noch nicht ausgemacht. Das isländische Pferd hat ein elendes Leben, auf die Zucht wird keine Sorgfalt gewandt, und im Winter ist es fast sich selbst überlassen. Dabei sind

---

[1]) Roulin l. c. p. 348.

Digitized by Google

dann diese Thiere im Frühlinge regelmässig so elend, dass sie sich erst einige Zeit an dem neuen Graswuchse erholen müssen, ehe sie zu anstrengender Arbeit fähig sind. Um so widrigen Einflüssen zu widerstehen, giebt ihnen die Natur indessen ein sehr starkes Winterhaar.

C.

Es hätte hier nach Beendigung der Vergleichung der Species und der Racen noch eine Richtung der Untersuchung verfolgt werden können, welche ich aber nur nennen will, indem das, was zur Beantwortung der hier gemeinten Frage augenblicklich beigebracht werden kann, sehr allgemein bekannte Dinge sind. Es fragt sich nämlich sehr natürlich: durch welche Mittel werden die kleinen (jungen) Individuen einer Art fähig, in demselben Klima zu leben, in welchem sich ihre Aeltern befinden? Innerhalb der Species ist ja die Aehnlichkeit der Organisation wohl natürlich grösser als zwischen den ähnlichsten Arten, also auch so dringend als möglich die Anforderung, dass dem kleinern Individuum günstigere Wärmeverhältnisse zugestanden werden als dem grössern.

Auf manchen Wegen ist das aber auch wirklich bekanntlich der Fall. Es kann hier nicht weiter davon die Rede sein, dass ja manche Junge homöothermer Thiere im Anfange nicht homöotherm sind. Wird diesen durch die Aeltern Wärme zugeleitet, so beruht das vielleicht nicht auf einem absoluten Erforderniss, aber ihre Entwicklung wird dadurch doch gefördert.

Sehr allgemein bei homöothermen Thieren ist aber der Schutz, welcher den Jungen durch Bedeckung, Nest, Höhlen gewährt wird, und der Umstand, dass die wärmern Jahrszeiten fast durchaus der Erzeugung der Jungen bestimmt sind, so wie die Gefrässigkeit derselben. Diese namentlich wirkt wohl längere Zeit in dem Jugendleben der Thiere, als die übrigen Mittel.

Digitized by Google

Versuchen wir nun schliesslich die Resultate der vorstehenden Abhandlung zusammenzufassen.

Aus dem Verhältnisse von Oberfläche und Volumen ergiebt es sich, dass grössere Thiere mit einem verhältnissmässig geringern Aufwande sich gleich warm erhalten können als kleinere.

Aus diesem einfachen Verhältnisse lassen sich mehrere Folgerungen ableiten, welche für das Verständniss der thierischen Schöpfung von Einfluss sind.

I. Zunächst, wenn wir von geläuterten Vorstellungen über das Wesen der Homöothermie ausgehen, namentlich auch beachten, dass die homöothermen Thiere, ausser andern Eigenthümlichkeiten, einander sämmtlich in ihrer Temperatur sehr nahe stehen, wenn wir ferner sehen, dass die wechselwarmen Thiere grossentheils kleiner, oft viel kleiner sind, als die kleinsten homöothermen (namentlich insofern die verglichenen Thiere beider Reihen mit einander in gleichem Klima und Medium leben), wenn wir endlich wahrscheinlich finden, dass die kleinsten homöothermen Thiere schon ziemlich so klein sind, als es selbst in den heissesten Klimaten möglich war, ein homöothermes Thier herzustellen,

so muss man annehmen, dass die zahllose Menge pökilothermer Thiere von geringern Dimensionen schon ihrer Kleinheit wegen nicht zu der Organisation homöothermer Thiere geeignet waren, dass also der Plan, nach welchem die gleichwarmen Thiere gebildet sind, aufgegeben werden musste, wenn alle diese kleinen Thiere gebildet werden sollten.

II. Es wurden die Verhältnisse der homöothermen Thiere näher untersucht. Dabei zeigte sich:

1) Bei der Frage, ob überhaupt wohl die grössten und kleinsten homöothermen Thiere gebildet seien, welche möglich wären? — dass einige Wahrscheinlichkeit dafür zu geben sei, dass die Natur in den kleinsten Vögeln so viel

Digitized by Google

Wärme entwickle, als in einem so kleinen Organismus möglich sei, und dass also, da diese Thiere in den heissesten Klimaten leben, mit ihnen die Kleinheitsgränze ganz oder nahezu erreicht sein möge. Dagegen kann man keine brauchbaren Gründe dafür auffinden, dass in den grössten Homöothermen die Wärmebildung möglichst beschränkt sei; sicher erreicht bei ihnen wohl auch die Wärmeableitung noch nicht den höchsten Grad.

2) Wahrscheinlich sind aber die Gränzen der Grösse und Kleinheit mehrfach erreicht, wenn wir auf bestimmte Klimate Rücksicht nehmen, und ist mehrfach unter gewissen durch Klima und Medium gegebenen Bedingungen der Wärmeableitung eine Grösse oder Kleinheit erreicht, welche in einem andern Klima nicht möglich gewesen wäre, mehrfach auch die Fauna eines Landes in ihren kleinern Formen nur durch besondern Schutz gegen die Kälte möglich geworden.

So ist der Unterschied in den Grössengränzen der See- und Landsäugethiere zu verstehen.

So eine höher liegende Kleinheitsgränze selbst der Wasservögel als der Landvögel (obwohl die Vögel nicht in, sondern auf dem Wasser schwimmen). So ist der Unterschied der Kleinheitsgränze der Vögel heisser und kälterer Zonen zu verstehen.

Verschiedene Einrichtungen der Haut und der Lebensweise der grossen Pachydermen deuten auch auf ein Erreichtsein der Grössengränze wenigstens der heissen Zone.

Wir fanden endlich besonders bei den kleinern Thieren kälterer Klimate solche Mittel angewandt, welche die Wärmebildung steigern, die Verluste wirksam beschränken. Auch der Winterschlaf findet hauptsächlich bei kleinern Thieren Statt. Er ist z. B. beim Bären unvollkommen, selbst von Manchen geläugnet, bei den Schläfern und Fledermäusen höchst ausgebildet.

3) A. Wir nahmen nicht das Klima, sondern die Organisation als festen Punkt, und fanden, dass Thiere von

Digitized by

möglichst ähnlicher Organisation den Einfluss der Grössenverhältnisse insoweit offenbaren, dass von den verschiedenen Arten einer Gattung häufiger die kleinern als die grössern empfindlicher gegen die Kälte sind und wärmere Wohnsitze haben.

So wenig es möglich ist, das ganze in dieser Beziehung vorgelegte Material zu benutzen und mit bestimmten Werthen in Rechnung zu bringen, so sehr eine feinere mathematische Behandlung an diesem Stoffe verschwendet erscheinen würde, so glauben wir doch die ausgesprochene Behauptung durch folgende Bemerkungen immer schon hinreichend begründen zu können.

Vergleichen wir die Genera, für welche wir nur zwei Arten aufzählen, oder nur von zweien die Ausbreitung einigermassen vergleichen konnten, so ergeben sich diejenigen als entschieden zahlreicher, deren kleinere Art südlicher wohnt, oder durch die Zugzeit sich empfindlicher erweist. Eine Reihe dieser Genera lassen wir als zweifelhaft bei Seite. So die beiden Astur (welche doch nach Bl. u. K. zu den normalen gehören), die Milane und Bussarde, die Saxicolae pratincolae, Plectrophanes, Gimpel, Sperlinge, Cypselus, Pelecanus.

Als abnorm sind mit Sicherheit wohl nur Lagopus, Vulpanser (welche dabei in zwei Subgenera fallen) und Somateria, sehr wahrscheinlich auch Ciconia zu bezeichnen,

wogegen sich Haliaëtos (Bd. 1. u. 13.), Saxicolae rupicolae, Regulus, Phileremos, Tetrao, Perdix, Grus, Glaucion, wahrscheinlich auch Phalaropus und Numenius als normal stellen. Zweckmässig fügt sich hier auch wohl noch Oidemia und Harelda an, indem von beiden Genera zwar drei Arten aufgeführt sind, von denen aber nur von zweien die Verbreitung einigermassen bekannt ist.

Genera mit drei Arten. Die Beurtheilung ist hier complicirter [1]). Nur wenige Fälle sind so einfach, wie bei

[1]) Eine ganz einfache, aber sehr langwierige Art, alle Genera

Digitized by Google

den eben aufgezählten Genera, d. h. so, dass die Arten eines Genus eine bestimmte Reihe den Wohnorten nach bilden, wenn man sie der Grösse nach angeordnet hat.

Einen Theil der Genera bezeichnen wir daher als gemischte Fälle; es sind die, in welchen zwei Arten sich zu einander normal verhalten, während eine dritte sich nicht anfügen lässt. Man kann hier unterscheiden die weniger abnormen Fälle, in welchen die mittelgrosse Art mit einer der beiden andern in unrichtigem Verhältniss steht, wie bei Otis, Anthus, Halieus, und die stärker abnormen, in welchen die kleinste oder grösste zu beiden andern sich verkehrt verhält, wie bei Limosa, Ascalopax [1]).

---

von mehr als zwei Arten zu beurtheilen, würde es sein, wenn man alle Species einzeln mit einander vergliche und so gleichsam aus jedem Genus eine Menge von aus zwei Species bestehenden Gruppen bildete. Die Zahl dieser Gruppen würde bei 3 Species = 3 sein, bei 4 = 6, bei 5 = 10, bei 6 = 15 u. s. w. Man hätte dann ganz einfach die abnormen Verhältnisse der Zahl nach mit den normalen zu vergleichen, wie bei den Genera mit zwei Arten. So würden unter denjenigen der Genera mit drei Arten, welche ich gemischte nenne, theils zwei normale Verhältnisse gegen ein abnormes, theils (bei Limosa und Ascalopax) zwei abnorme gegen ein normales sich finden. Die Edelfalken würden neun normale Verhältnisse gegen ein zweifelhaftes darbieten.

[1]) Es versteht sich wohl von selbst, dass hier der Bequemlichkeit und Kürze des Ausdruckes ein Opfer gebracht werden musste. An sich lässt sich nicht wohl sagen, welche von den verschiedenen Arten die Abnormität bedingt. Haben wir drei Arten von bedeutend verschiedener Grösse, deren grösste und kleinste sich insoweit richtig zu einander verhalten, dass die kleinere südlicher ist; wohnt nun aber die mittlere wieder südlicher als die kleinste, so kann es wohl eben so wahrscheinlich sein, dass die kleinste, als dass die mittlere die Abnormität des Verhältnisses bedingt. Wir sind aber über das Maass des vorauszusetzenden Einflusses der Grösse auf den Wohnort in jedem einzelnen Falle zu wenig sicher, um uns auf solche Fragen einzulassen.

Digitized by Google

Gemischte Fälle möchten sein: Anthus, Otis, Ascalopax, Limosa, Nachtreiher, Uria, Halieus.

Normal sind wohl die Ulula (lapponica, nebulosa, aluco, welche hier angeführt werden, weil über eine vierte Art, uralensis, keine zur Vergleichung hinreichenden Daten vorliegen), Hirundo (aus demselben Grunde hieher gezogen und für normal erklärt nach ihrer Zugzeit), Ortygometra. Auch die Motacilla möchten wir, aus den an ihrem Orte bezeichneten Gründen, hieher zählen.

Mehrere Genera sind wohl zweifelhaft; aber der Zweifel ist nur, ob sie normal oder gemischt, nicht ob sie abnorm sind: die Rothfalken, Accentor [1]), Alauda, Actitis, Eudytes, Aegialites.

Eine entschieden abnorme Reihe zwischen drei Arten eines Genus, welches deren nicht mehr darbot, ist mir gar nicht vorgekommen.

Somit ergeben schon die Genera mit zwei und drei Arten eine nicht unbedeutende Evidenz.

Wir dürfen desshalb auch wohl eine ganz durchgreifende Erörterung des übrigen Materiales, welche sehr weitläufig sein würde, bei Seite lassen. Die normalen Verhältnisse sind aber gewiss auch unter den Genera mit vier und mehr Arten überwiegend. So kommen unter den Genera mit vier Arten mehrfach wenigstens drei unter einander normale Arten vor: Surnia, Muscicapa, Columba, dünnhalsige Reiher. Bei den letztern sieht man noch ausserdem, wie die einzige unter ihnen vorkommende Abnormität sich verliert, wenn man die Arten nach den zwei Subgenera sondert.

Nirgends ist mit Sicherheit der entgegengesetzte Fall: eine abnorme Reihe von drei Species in einem Genus, welches deren nur vier zählt.

---

[1]) Die Accentor könnten auch unter den normalen Genera mit zwei Arten stehen, indem die Wohnung der einen Art nicht genau genug bekannt ist.

Digitized by Google

Noch weniger findet sich ein Genus oder Subgenus aus vier Arten, welche sämmtlich in umgekehrter Ordnung wohnten, während die vier Totanus mit geradem Schnabel sämmtlich normal sein möchten.

Die stärksten Abnormitäten unter den Genera mit vier Arten dürfen sich unter den Ficedula und Lanius finden.

Unter den Genera mit fünf Arten dürfte keins sein, in welchem die Abnormität so ausgeprägt wäre, wie es unter den Edelfalken die normale Anordnung ist, indem die drei grössern Arten mit jeder der beiden kleinern eine Reihe von vier normalen Arten bilden und nur das Verhältniss der beiden kleinern unter sich zweifelhaft ist.

Ueber die Genera mit mehr als fünf Arten glauben wir doch mit Sicherheit sagen zu können, dass auch bei ihnen im Durchschnitte die südlichern Wohnungen auf die kleinern Arten fallen.

Es mag hier endlich noch wiederholt werden, dass in mehreren Fällen von Abnormitäten wir nicht darauf beschränkt waren, dieselbe als vorhanden anzuzeigen, sondern zugleich die Ursache oder wenigstens eine Ursache mit Wahrscheinlichkeit angeben konnten. So bei den Somateria das wahrscheinlich bessere Gefieder der S. spectabilis, bei den Nachtreihern das anscheinend weniger warme Kleid von A. nycticorax. Bei andern war es wohl eine besondere Gefrässigkeit kleinerer Arten u. s. w.

Schliesslich noch eine Bemerkung über die Treue der Mittheilungen aus dem Naumannschen Werke. Ich konnte nicht den Leser bloss auf die Schrift selbst verweisen, da der vorliegende Aufsatz doch nicht gerade dasselbe Publikum haben kann, als jenes kostbare Werk, auch nicht Jeder geneigt sein konnte, die Richtigkeit unserer Behauptun-

Digitized by Google

gen auf einem solchen Wege zu prüfen. Auch den ganzen Umfang der Naumannschen Mittheilungen über das Vaterland der Vögel konnte ich nicht hier nachdrucken lassen. Ich konnte also, wie es mir scheint, nicht anders, als in kurze Worte fassen, was mir das Resultat der Naumannschen Angaben zu sein schien. Diess schliesst nun aber eine Gefahr ein. So sehr ich mich bemüht habe, getreu zu sein, und am liebsten immer entscheidende Worte des Autors angeführt hätte, wie es oft geschehen ist, so muss ich mir doch die Möglichkeit eingestehen, dass bei den häufig zweifelhaften und verwickelten Angaben die vorherrschende Ansicht, mit welcher ich arbeitete, einen Einfluss auf meine Auffassung gehabt habe, dass ich vielleicht in einzelnen Fällen dasjenige weniger lebhaft aufgefasst habe, was eine Abnormität begründen konnte, als die Punkte, welche zu Gunsten normaler Fälle sprachen. — Somit muss jede gewissenhafte Nachprüfung erwünscht sein. — Uebrigens bin ich fest überzeugt, dass das Resultat im Ganzen doch immer sich eben so herausstellen muss, als ich es gefunden, wenn auch irgend ein Fall zweifelhaft werden kann, den ich für normal hielt, oder ein von mir zweifelhaft gefundener sich als abnorm herausstellen sollte.

Anhang.

Ueber ein anderes Verhältniss der Grösse zur Organisation.

Aus der vorhergehenden Abhandlung ergiebt sich ein gewisser Zwang, welchen die Organisation eines homöothermen Thieres erfährt, wenn die Grösse desselben gegeben ist. Das homöotherme Thier muss gewisse Apparate der Wärmeökonomie besitzen; ist nun dazu seine Grösse bestimmt, so sind auch manche andere Bedingungen gegeben, und um so

Digitized by Google

bestimmter, je mehr diese Grösse ein Extrem ist, während für die mittlern Grössen allerdings die Combination, deren Resultat die Homöothermie ist, noch immer eine sehr manchfaltige sein kann: von zwei homöothermen Thieren gleicher Grösse kann das eine diese, das andere jene Nahrung lieben; die Nahrung des einen ist der Wärmebildung sehr günstig, die des andern sehr wenig; das eine frisst sehr viel, das andere sehr wenig u. s. w. Sicher ist aber: was bei dem einen der beiden der Wärmebildung günstiger ist, als bei dem andern, muss durch irgend andere Umstände genau wieder neutralisirt werden, damit beide Thiere bei gleichem Volumen und gleicher Oberfläche auch eine (ziemlich) gleiche Temperatur ihrer innern Theile erhalten.

So bestimmt es nun aber auch einleuchtet, dass hiemit Gesetze für die Organisation der homöothermen Thiere gegeben sind, so ist es doch eben so sicher, dass jeder einzelne Organismus sehr manchfach bedingt ist, wenn auch von diesen Bedingungen sehr wenig bis jetzt hat ermittelt werden können. Die Natur hat manche Mittel zu ihren Zwecken; aber die Zahl dieser Mittel, so wie ihre Modificirbarkeit ist eine endliche. Die Beschaffenheit derselben setzt bestimmte Schranken für die Möglichkeiten der Hervorbringung in der Natur.

In gewissen Richtungen finden wir nun selbst die Zahl der Mittel, welche für einen gewissen Zweck angewandt werden, ziemlich beschränkt; wir finden selbst ein und dasselbe Mittel stets ausschliesslich zu demselben Zwecke durch die ganze Thierreihe, so weit wir sie genau untersuchen können, oder durch einen sehr grossen Theil derselben angewandt.

So ist die Muskelfaser in ihrer Anwendung im Thierreiche höchst ausgebreitet. Sie unterliegt aber in ihrem Wirken gewissen Gesetzen, sie mag von verschiedener Stärke sein, aber wir werden annehmen müssen, dass ihre Kraft bestimmte Gränzen hat, über welche sie nicht gestei-

Digitized by Google

gert werden kann. Auch wird jede Steigerung dieser Kraft in einem bestimmten Verhältnisse zum Umsatze der organischen Substanz stehen, sie wird eine gesteigerte Ernährung fordern.

Weniger ausgedehnt in der Anwendung und auch wohl mehr modificirbar als die Muskelsubstanz sind schon die Stoffe, aus welchen die Skelette gebildet werden. Schon bei den Wirbelthieren finden wir Fasermasse, Knorpel, Knochen einander nach Umständen ersetzend. In andern Abtheilungen des Thierreichs kehren dieselben Mittel gar nicht wieder. Die Muskelfaser, wie die Nervenfaser sind aber auch Hervorbringungen der feinsten Art, was in denselben geschieht, liegt einer physikalischen Analyse noch fern, keine Analogie leitet uns, es sind Gebilde einzig in ihrer Art, der höchste Aufschwung der Natur in Hervorbringung thierischer Gewebe. Die Leistungen des Skeletts dagegen sind leicht im Allgemeinen physikalisch zu verstehen: ein gewisser Grad von Festigkeit, eine gewisse Elasticität, eine gewisse Schwere, eine gewisse Ausdehnung der Oberfläche sollten erreicht werden, das konnte leicht auch auf verschiedene Weise geschehen. Wir begreifen auch leicht, wie selbst innerhalb einer Skelettart, z. B. innerhalb der Reihe eigentlicher Knochenskelette manche Abänderungen in den Leistungen der Knochenmasse möglich werden. Ein und dasselbe Volumen kann durch Porosität oder Dichtigkeit, durch die verschiedene Zusammensetzung aus erdigen und thierischen Theilen verschiedenes Gewicht, verschiedene Festigkeit haben u. s. w. Auch ein und dasselbe Gewicht von Knochen kann, theils durch die erwähnten Verschiedenheiten der Zusammensetzung, theils durch die Form, die ihm gegeben wird, sehr verschieden an Tüchtigkeit in Beziehung zu gewissen Functionen sein. So ist es anerkannt und auf mathematische Demonstration zu begründen, dass ein langer Knochen, zu dessen Bildung ein bestimmtes Gewicht von Substanz erlaubt wird, gegen ge-

wisse Richtungen des Druckes oder Stosses bessern Widerstand leistet, wenn er in gewissem Grade hohl, als wenn er ganz solid ist. Damit ist dann zugleich eine für bestimmte Zwecke vortheilhafte Vermehrung der Oberfläche zu erlangen.

Demungeachtet aber wird man zugeben, dass auch für die Leistungen des Knochensystems wie für die des Muskelsystems sich Gränzen in den quantitativen Verhältnissen finden. Wie ein Muskelstrang von gewissem Querschnitte wohl verschiedene Stärke haben, darin jedoch ein Extrem nicht überschreiten kann, so wird es auch mit einem gegebenen Volumen oder Gewicht von Knochen sein.

Hieraus ergeben sich nun Beschränkungen der in der Natur möglichen Formen, namentlich aber Grössen der Thiere, auf welche in der vorangegangenen Abhandlung an verschiedenen Stellen hingedeutet werden musste. Es collidiren diese Bedingungen mehrfach mit den dort betrachteten. Wenn wir z. B. dort wahrscheinlich fanden, dass die grössten homöothermen Thiere im Wasser leben müssten, um hinreichende Ableitung der Wärme zu haben, so werden wir hier sehen, wie dieselben auch noch aus andern Gründen diesen Aufenthalt angewiesen erhielten.

Es ist sowohl aus Grund dieser Collisionen, als auch wegen einer gewissen innern Verwandtschaft der Gegenstände, dass wir diesen Anhang für zweckmässig fanden.

Es ist im Allgemeinen sehr begreiflich, auch früher schon eingesehen [1]), neuerlich aber von den Gebrüdern

[1]) Ich bin auf das hier zu besprechende Verhältniss zuerst schon vor einer Reihe von Jahren durch eine Stelle aus Straus-Durckheim (Considérations générales sur l'anatomie comp. des animaux artic. 1828. p. 189.) aufmerksam geworden, und habe seitdem die Consequenzen desselben überlegt. Die Stelle heisst: En considérant les muscles comme des organes dont la force n'augmente

Digitized by Google

Weber experimentell nachgewiesen [1]), dass das Kraftmaass eines Muskels durch seinen Querschnitt, oder vielmehr durch den Querschnitt seiner sämmtlichen Primitivbündel gegeben sei. Der Ausdruck Querschnitt eines Muskels kann in dieser Beziehung richtig gebraucht werden, wenn dieser Querschnitt zugleich dem Querschnitte sämmtlicher Primitivbündel entspricht. Das ist aber bei manchen Muskeln nicht der Fall, wo die Sehnenmassen beider Enden weit an oder in dem Muskel sich hinstrecken. So bei musculi pennati oder semipennati, bei welchen die Primitivbündel merklich von dem Parallelismus mit der Axe des Muskelkörpers abweichen und an keiner Stelle sämmtlich von einem Schnitte rechtwinklich durchsetzt werden können. — Indem so die Primitivbündel häufig auch eine viel geringere Länge haben, als die ganze Länge des Muskelkörpers, ist es, beiläufig bemerkt, auch sehr natürlich, dass die äussersten Verkürzungen verschiedener Muskeln, welche durch Galvanismus gereizt werden, sehr verschieden sein können, ohne dass die Verkürzungen ihrer Primitivbündel in demselben Maasse verschieden sind. Der Ausdruck Kraftmaass ist hier in demselben Sinne gebraucht, wie von E. Weber, nämlich so, dass er, ganz abgesehen von der Geschwindigkeit, mit welcher eine Last gehoben wird, sich nur auf die Gränze der Contractionsfähigkeit des Muskels bezieht. Der Muskel mag länger oder kürzer sein, er findet, wenn dabei sein Querschnitt

---

qu'en raison de leur section, il en résulte que, le poids du corps étant proportionnel à sa masse, et celle-ci croissant suivant le cube de l'une de ses dimensions, il augmente très promptement; tandis que la force des muscles etc. — E. H. Weber sagt (Hildebrandt's Handb. der Anat. 2. Bd. 1830. S. 324): „Je mehrere Fleischfasern zu einem Zwecke vereinigt sind, mit desto grösserer Kraft können sie — — eine gewisse Bewegung hervorbringen" — und setzt dann diesem Querschnittswerthe den der Länge entgegen, welcher sich auf die Ausdehnung der Bewegung beziehe.

[1]) Wagner's Handb. der Physiol. Artikel Muskelbewegung.

Digitized by Google

derselbe bleibt, die Gränze seiner Contractionsfähigkeit bei derselben Belastung. Eine andere Frage ist es freilich, wie sich der längere und der kürzere Muskel gegen ein Gewicht verhalten, welches sie beide zu heben fähig sind. Der dreifach längere Muskel wird sich auch um das Dreifache contrahiren; wird er diess aber in gleicher Zeit thun? Dann müsste er auch dreimal so stark sein, was er nicht ist. Aber eben so wenig ist es anzunehmen, dass er sich in gleicher Zeit nur um eben so viel contrahiren wird, also seine Verkürzung in dreimal so langer Zeit bewirken wird, als der kürzere. Diese Annahme wäre paradox. Die Kraft des Muskels nimmt ja im Verhältniss zu der eingetretenen Verkürzung ab; wenn also ein längerer Muskel sich um dasselbe absolute Maass verkürzt hat, als ein kürzerer von gleichem Querschnitt, so ist von seiner Kraft noch nicht so viel subtrahirt. Sollten also dieser längere und kürzere Muskel in einem ersten Zeittheilchen der Contraction jeder sich z. B. um 1‴ verkürzt haben, so wäre nun der längere stärker, müsste sich also für das nächste Zeittheilchen rascher contrahiren. Diese Fragen müssen wir jetzt bei Seite lassen, wiewohl sie wichtig für die folgenden Betrachtungen sein würden, da wir die Wirkung der Länge der Muskeln nicht verstehen können, ehe wir nicht wissen, in wie viel schnellere Bewegung der längere Muskel seine Last am Ende der Contraction gesetzt hat, als der kürzere. Es ist vorauszusehen, dass eine genaue Untersuchung der Hülfsmittel der Natur für die Bewegung der Thiere von verschiedenen Grössen eine reiche Quelle interessanter Resultate werden wird, dass man sich hier aber auch auf einem Gebiete befindet, wo nur ein Verein ausgezeichneter anatomischer, physiologischer und physikalischer Kräfte recht förderlich sein kann. Es ist wohl von keiner Seite eher eine Förderung dieser Sache zu erwarten, als von den ausgezeichneten Leipziger Gelehrten, welche auf ähnlichem Gebiete schon so viel geleistet haben.

Digitized by Google

Wir gehen also nur davon aus, dass das Gewicht, welches die Kraftgränze eines Muskels bezeichnet, für den längern Muskel dasselbe ist, wie für den kürzern, eben so dicken.

Ist diess angenommen, so entwickelt sich daraus sogleich die Einsicht, dass die Verhältnisse des Muskelsystemes, sofern dasselbe den Körper tragen und ihm eine gewisse Geschwindigkeit ertheilen soll, sich immer ungünstiger stellen, je grösser die Körper werden.

Denn die Gewichte der Körper nehmen zu im Verhältnisse des Cubus der einzelnen vergrösserten Dimensionen, die Stärke der Muskeln aber nur im Verhältnisse des Quadrates.

Dächten wir uns die Dimensionen eines Thieres auf das Doppelte erhöht, sein Gewicht also auf das Achtfache gebracht, so müssten die Muskeln offenbar nach einem andern Maassstabe vergrössert werden, damit die Last nicht ihre Kraftgränze überschritte. Folglich würde aber auch das Gewicht der Muskeln mehr zunehmen müssen, als wir anfangs intendirten, und da die Fleischmasse des Körpers selbst einen sehr grossen Theil der moles movenda bildet, so würden hiedurch sich die Anforderungen an das Muskelsystem abermals bedeutend höher herausstellen.

Ja es kommt noch ein dritter Umstand hinzu, durch welchen ebenfalls diese Anforderungen gesteigert werden.

Es ist nämlich leicht begreiflich, dass auch das Skelett eines Thieres, bei einer Vergrösserung des Körpers, im stärkeren Verhältniss an Gewicht zunehmen muss, als die an dem Skelette aufgehängten oder von demselben zu tragenden Theile.

Es ist in der Mechanik bekannt, dass wenn man ein Modell, z. B. einer Brücke, von demselben Stoffe nach allen Dimensionen gleichmässig nach einem bestimmten Quotienten vergrössert ausführt, die Leistungen des vergrösserten Bauwerkes sich zu denen des Modelles keinesweges verhalten,

Digitized by Google

wie die Gewichte derselben. Das Modell ist vielleicht im Stande, noch eine mässige Last zu tragen. Die Ausführung desselben im Grossen soll hundert Mal so lang sein, und alle Balken, aus denen es besteht, auch hundert Mal so hoch und breit werden, so dass das Gewicht des grossen Bauwerkes zu dem des Modelles sich verhält wie 100^3 zu 1^3. Dann verhält sich die zu tragende Last zu derjenigen, welche das Modell trägt, keineswegs auch wie 100^3 zu 1^3, sondern ist viel geringer, vielleicht gar $= 0$, es kann das Bauwerk vielleicht nicht einmal seine eigne Last tragen.

Es ist diess, wie gesagt, sehr leicht begreiflich. Die Tragkraft einer Säule z. B. gewinnt um nichts durch die Vergrösserung ihrer einen, der Längendimension. Im Gegentheil wirkt die Vermehrung des Gewichtes, welche hieraus erfolgt, selbst noch als Last von jedem höhern Theile der Säule von jedem tiefern. Die Tragkraft gewinnt nur durch die Vermehrung des Querschnittes.

Die Extremitätenknochen können nun als Säulen betrachtet werden, und es ist klar, dass bei einer Vergrösserung der Dimensionen des Rumpfes von 1 auf 2, bei einer Vermehrung seines Gewichtes also von 1 auf 8, die Querschnitte der tragenden Extremitätenknochen nach einem stärkern Verhältnisse zunehmen müssen, als von 1 auf 4, um diesen Rumpf mit der Sicherheit zu stützen, wie bei dem kleinern Thiere.

Dasselbe gilt auch von den Knochen des Rumpfes, z. B. von der Wirbelsäule, welche bei dem Menschen mehr einer Säule, bei den Säugethieren sehr wohl einem Brückenbogen verglichen werden kann.

Wollte man also den Versuch machen, ein Thier nach seinen drei Dimensionen gleichmässig zu vergrössern, so würde man nach den angeführten mechanischen Motiven schon für das Skelett über diese Gleichmässigkeit hinausgehen müssen. In noch weit höherem Maasse aber für das Muskelsystem, indem hier theils in Rechnung kommt, dass

Digitized by Google

jeder Muskel nur im Verhältnisse des Querschnittes seiner Fasersummen stärker wird, theils aber auch, dass eben desshalb und wegen jener Verhältnisse des Skelettes die moles movenda grossen Theils nach einem höhern Quotienten als dem ursprünglich intendirten wächst, da ja die Muskelmasse selbst einen so grossen Theil dieser moles immer ausmacht.

Schon hieraus ergiebt es sich ganz von selbst, dass eine gleichmässige Vergrösserung eines Thieres nach allen Dimensionen undenkbar ist, dass schon bei mässigen Grössenverschiedenheiten von Thieren die Körperverhältnisse andere werden müssen.

Wollten wir aber bei einer solchen Vergrösserung auch die Maasse befolgen, welche sich aus den angedeuteten Principien ergeben würde, die Querschnitte der Knochen und in weit höherm Grade die Querschnitte der Muskeln nach den sich herausstellenden Bedürfnissen wachsen lassen, so würde sich alsbald die Unmöglichkeit zeigen, den vegetativen Processen eines solchen Muskelsystemes durch die vegetativen Apparate im Innern der Leibeshöhlen zu genügen. Zwar sind wir nicht im Stande, in Beziehung auf diese Organe die Verhältnisse zwischen Dimension und Leistung so scharf auszusprechen, als bei den behandelten Systemen. Aber gewiss ist es, dass auch hier den quantitativen Leistungen durch den Raum Gränzen gesetzt sind. Durch Vervollkommnung des Baues, feinere Organisation der Drüsen, der Lunge, längere (und, da von einem gegebenen Raum die Rede ist, natürlich zugleich engere) Därme u. s. w. ist Manches zu erreichen. Aber auch hier fordert die Vernunft die Annahme von Gränzen.

Diese Verhältnisse erscheinen als sehr beengend für die Möglichkeit verschiedener Grössen unter den Thieren. Diese Möglichkeit muss natürlich um so mehr eingeengt sein, je ähnlicher sich übrigens die Organisationen sind.

In zahlreichen Erscheinungen lässt es sich nun auch wahrnehmen, wie die Natur von diesen Bedingungen be-

Digitized by Google

stimmt wird, durch den Reichthum ihrer Combinationen dennoch eine so lange Reihe von Grössen möglich machend, dass man auf den ersten Blick vermuthen möchte, es könne von solchem Zwange gar nicht die Rede sein.

Weit entfernt von dem Gedanken, über diese Verhältnisse irgend etwas Systematisches und Erschöpfendes sagen zu können, will ich nur einige wenige Punkte berühren, welche mir in dieser Beziehung bis jetzt klar geworden sind, und es mag einer so flüchtigen Berührung eines so schwierigen Gegenstandes zur Entschuldigung dienen, einerseits, dass ich denselben wegen seiner Berührungspunkte mit der vorhergegangenen Abhandlung doch nicht übergehen zu können glaubte, sodann, dass auch in dieser unvollkommnen Form der Behandlung sich schon einige sehr wichtige Verhältnisse aufklären lassen; drittens endlich, dass der Gegenstand für die Kräfte eines Einzelnen ohnehin zu mächtig ist. Weiter bearbeitet werden wird er sicher, und wenn ich dazu die Veranlassung gegeben haben sollte, so würde ich mein Verdienst schon nicht für ganz gering achten.

Ein wichtiger Umstand, welcher mit den erörterten Principien in Wechselwirkung steht, ist die Entwicklung des geschlechtlichen Lebens bei den kleinern Thieren im Verhältniss zu den grössern. Es ist bekannt, dass hierin die Thätigkeit bei den kleinern Formen im Allgemeinen zunimmt. Bald sehen wir die kleinen Thiere mit gewaltigen Hoden und Eierstöcken, bald mit einer grossen Brut beladen, bald erkennen wir in der raschen Vermehrung durch Spaltung u. s. w., dass ein grosser Theil des vegetativen Lebens diese Richtung nimmt.

Es ist hier also eine bedeutende Menge von Ernährung nöthig, welche nicht auf Rechnung des Individuums kommt, nebenbei noch oft bedeutende Last zu tragen an Generationsorganen oder Jungen. Wie nun zu letzterm Zwecke unmittelbar, so wird zu ersterm Zwecke mittelbar der Bewegungsapparat seine Thätigkeit erhöhen müssen. Jede Ver-

Digitized by Google

mehrung der Ernährung fördert eine Erhöhung der Thätigkeit der animalischen Organe, welche das Nahrungsmaterial erjagen, ergreifen, zerkleinern.

Da ferner auch die vegetativen Organe unter diesen Umständen räumlich entwickelter, folglich schwerer sein müssen, als es für die blosse Erhaltung des Individuums nöthig wäre, so geht denn auch daraus eine Vermehrung der Last für die animalischen Theile hervor.

Da nun nach den vorangeschickten Grundsätzen begreiflich war, dass Sparsamkeit in den Ansprüchen an Muskel- und Skeletttheile um so mehr Bedürfniss werden musste, je grösser die Thiere sind, so sieht man wohl das innige Ineinandergreifen dieser Verhältnisse. Es ist diese Erspárung zum Theil möglich geworden durch Beschränkung der Fortpflanzungsthätigkeit.

Freilich ist nun durchaus nicht jede Thierart um so productiver, je kleiner sie ist. Das mag theils von noch nicht erkennbaren Ursachen herrühren. Zum Theil beruht es darauf, dass auch noch auf andern Wegen Ersparungen an Kraft bei grössern Thieren möglich wurden. Z. B. wird es uns nicht gegen unsern Satz zu streiten scheinen, wenn wir die grosse Fruchtbarkeit unter den Fischen gewahr werden, auch wo diese nicht zu den kleinern Formen gehören. Denn die Bewegung im Wasser ist überhaupt für das Muskelsystem vortheilhaft, sobald der Körper für die Propulsion im Wasser günstig gebaut ist, und auch keine Anstrengung nöthig hat, um dem Niedersinken entgegen zu arbeiten. So ist es bei den Fischen, und diese haben noch ausserdem meistens wenig Last von ihrer Production. In den meisten Fällen produciren sie eine allerdings grosse Anzahl, aber kleine Eier, und stossen diese dann zu weiterer Entwicklung von sich.

Wenn also die Fische für die Entwicklung des Knochen- und Muskelapparates besondere Erleichterungen dadurch besitzen, dass sie im Wasser leben (wovon weiterhin noch die

Digitized by Google

Rede sein wird), so können sie in der vorliegenden Beziehung mit viel kleinern Land- und Luftthieren verglichen werden.

Nicht für alle Fälle, wo die Zunahme der Productivität sich nicht genau an die Kleinheit des Thieres bindet, ist ein besonderer Grund davon so leicht aufzufassen, wie bei den Fischen. Ist es aber auch nur im Allgemeinen so, dass die kleinern Thiere sich rascher vermehren, und es ist diess oft genug anerkannt und teleologisch auch schon gewürdigt, so wird man nicht zweifeln können, dass in den hier besprochenen Verhältnissen die erste Aufklärung für die causale Seite der Sache enthalten ist. Wir sind nicht mehr bloss darauf beschränkt einzusehen, dass diese Productivität der kleinern Arten zweckmässig für den Naturhaushalt ist, sondern wir begreifen auch, wie sie möglich ist.

Was die Schwankungen betrifft, in welchen viele einzelne Thiere sich von diesem Gesetze mehr oder weniger entbinden, so sind freilich schon die Organisationen und Bewegungsweisen verschiedener Thiertypen so schwierig mit einander zu vergleichen, dass wir eilen, auf ein leichter zu behandelndes Gebiet zu gelangen.

Es lässt sich wohl, wenn man z. B. die im Durchschnitte so bedeutend kleinern Insekten mit den Wirbelthieren vergleicht, aus manchen Zügen darthun, wie bei den erstern gleichsam ein Luxus von Muskelthätigkeit Statt findet. Es ist vielen das Vermögen des Fluges gegeben, und es wird dabei eine grosse Muskelthätigkeit in Anspruch genommen. Viele nagen, bohren, wühlen, schleppen verhältnissmässig schwere Lasten, bauen Höhlen; nichts ist gewöhnlicher als Klettern an Flächen jeder Neigung; viele produciren Gespinnste u. s. w. Letztere Thätigkeit kommt, eben wie die Thätigkeit des Geschlechtsapparates in mehrfacher Hinsicht auf Rechnung des bewegenden Apparates. Es muss dem Körper Stoff beschafft und bearbeitet werden, damit er Spinnmaterial habe. Die Verdauungswerkzeuge müssen

Digitized by Google

verhältnissmässig entwickelt sein; der Spinnapparat ist zu ernähren und zu tragen. Endlich wird noch von den Extremitäten auch das Gespinnst selbst hergestellt.

Genügen aber alle diese bedeutenden Thätigkeiten, um das zu erklären, wesshalb diese Thiere so klein im Verhältniss gegen die Wirbelthiere sind? Schwerlich. Es mögen noch andere, schwerer aufzufassende Ursachen sein, welche den Grössenverhältnissen der Insekten so enge Gränzen setzten. Es können dergleichen in den besondern Verhältnissen der Muskeln zum Skelette liegen. Offenbar nehmen auch die meist verhältnissmässig langen, weit seitwärts gestreckten Extremitäten bei diesen Thieren eine grosse Kraft in Anspruch.

Vergleichen wir aber die Wirbelthiere unter sich, so finden wir schon verschiedene bestimmter aufzufassende Verhältnisse, in denen es sich herausstellt, durch welche Mittel die Natur die Schwierigkeiten überwindet, grosse Thierformen mit den für ihr Leben nöthigen Bewegungsapparaten zu versehen, oder, wenn wir von diesen in der Betrachtung ausgehen und zu den kleinern hinabsteigen wollen: wir finden in manchen Zügen, wie die Natur bei den kleinern Thieren die Muskelkraft zu verbrauchen weiss, welche hier für die Bewegung des Thieres leicht im Ueberfluss herzustellen ist.

Noch einfacher und einwendungsfreier fällt die Betrachtung aus, wenn wir uns nicht bloss innerhalb der Wirbelthiere, sondern auch innerhalb der einzelnen Ordnungen derselben halten, oder noch weiter den Kreis der Vergleichung einschränken, selbst bis zur Vergleichung verschieden grosser Individuen einer und derselben Art.

In letzterer Beziehung sind einige ganz alltägliche Beobachtungen interessant. Es fällt einem Jeden in die Augen, wie im Durchschnitte der ausgewachsene Mensch um so beweglicher und behender ist, je kleiner. Dass diess Ausnahmen leidet, ist wahr. Kleine Menschen können sehr

Digitized by Google

dürftig ausgestattet sein; in grossen Gestalten dagegen entwickelt die Natur zuweilen einen solchen Reichthum von Kraft, dass sie dennoch in ihren Bewegungen leicht und behende erscheinen. Aber die Regel ist das nicht. Der gewöhnliche Schritt, die Haltung geben in dieser Beziehung ein gutes Maass. Grosse, wenn auch kräftige, Menschen zeigen sich hierin fast stets schwerfälliger als kleinere, sie haben ihren Körper, wie man zu sagen pflegt, nicht so in ihrer Gewalt.

Und eben so in der Gestalt als in der Bewegung drückt sich diess aus. Ist ein hoch gewachsener Mensch stark gebaut, so muss sein Muskel- und Knochensystem stärker entwickelt sein im Verhältniss zum Rumpfe, als bei kleinern Menschen. Am stärksten muss sich diess ausdrücken in den untern Extremitäten, besonders den Fussgelenken und Füssen.

Ohne in eine weitere Ausführung hierüber einzugehen, sei nur an eine Thatsache erinnert, durch welche die Wahrheit des Gesagten sogleich einleuchtet. Es ist dem bildenden Künstler möglich, den Eindruck einer Riesengestalt auch in einer Darstellung in verkleinertem Maassstabe zu geben und ohne dass die Vergleichung mit kleinern Gestalten dabei zu Hülfe käme [1]). Diess wäre ja nicht möglich, wenn nicht charakteristische Verschiedenheiten in den Verhältnissen der Körperdimensionen zwischen kleinen und grossen Menschen Statt fänden, Verschiedenheiten, mit welchen unser Auge bekannt ist, durch welche unser Urtheil geleitet wird, ohne dass wir sie für gewöhnlich näher analysiren, wie wir z. B. auch von dem physiognomischen Ausdrucke eines Gesichtes einen sehr bestimmten Eindruck haben können, ohne uns die einzelnen Züge zu sagen, welche denselben bedingen.

[1]) Einen Versuch dieser Art findet man in v. d. Hagen, Heldenbilder. Th. I, wo Widolt, Vade, Rutze, Sigenot auf einzelnen Blättern dargestellt sind.

Digitized by Google

Ganz dasselbe muss natürlich auch von Thieren gelten. Auch bei ihnen müssen innerhalb einer und derselben Species namentlich die Extremitäten um so plumper werden, je schwerer der Rumpf ist. Doch kann natürlich der erhöhten Anforderung, welche ein schwererer Rumpf an die horizontalen Durchmesser der Extremitäten macht, nicht bloss durch räumliche Ausbreitung, sondern auch durch besondere Tüchtigkeit der Substanz, Dichtheit des Knochens, Festigkeit der Bänder u. s. w. entsprochen werden. So sehen wir unter den grössern Pferderacen auch Thiere, deren Extremitäten immer noch fein gebaut erscheinen.

Aus demselben Grunde sind auch die Extremitäten der Kinder, namentlich die Beine, nicht so zierlich im Verhältnisse zu denen der Erwachsenen, als sie es sein könnten wenn sie von gleich festen Knochen gebildet, wenn die Knochenenden schon fest wären.

Interessanter möchte noch ein Blick sein, welcher grössere Reihen von Wirbelthieren umfasst. Wir finden gewisse für uns wichtige Erscheinungen in den verschiedenen Ordnungen wieder. Unter den Säugethieren sind die grössten Formen zu der Bewegungsweise unfähig, welche die gewöhnlichste der Säugethiere genannt werden muss, sich auf vier Extremitäten auf festem Boden zu bewegen. Indem ihnen das Wasser als Wohnung gegeben wurde, konnte ein grosser Aufwand an Muskel und Skelett vermieden werden. Es sind nicht bloss die Stützfunctionen der Extremitäten, welche erspart werden konnten, sondern auch Muskeln und Skelett des Rumpfes können natürlich sehr viel schwächer gebaut sein, wenn der Körper an allen Theilen durch das umgebende Medium gleichmässig gestützt wird, als wenn die Wirbelsäule gleichsam einen Brückenbogen zwischen den vordern und hintern Extremitäten bilden muss und bei der Bewegung bald diese bald jene Extremität gehoben wird, so dass die Zahl der Stützpunkte sich noch vermindert.

Eben so finden wir bei den Vögeln eine die grössten

Digitized by Google

Formen umfassende Gruppe, welcher das Vermögen des Fluges versagt ist, eine Gruppe, deren ausgestorbene Formen die jetzt lebenden noch bedeutend an Grösse übertrafen.

So finden wir auch unter den Amphibien die grössern Formen entweder im Wasser oder mit dem Bauche am festen Boden sich hinschleppend und nur für kurze Momente eine beschleunigte Bewegung auf dem Boden annehmend. Unter diesen Bedingungen vermag die Natur grosse Schlangenformen, die Krokodile und Riesenschildkröten hervorzubringen, und wenn es einst fliegende Amphibien von einiger Grösse gab, so möchten wir nach Analogie des jetzt Vorliegenden wohl annehmen, dass sie nur für sehr beschränkte Zeit sich ihrer Flugapparate zu bedienen im Stande waren. Es bestätigt sich diese Annahme auch aus dem Bau des Pterodactylus, welcher nur sehr unvollkommen zum Fluge organisirt ist. Der Kopf des Thieres mag im Verhältniss zu manchen Verwandten ziemlich leicht gebaut sein, im Vergleich mit einem Vogelkopfe ist er erstaunlich gross und plump. Und dann der Thorax, der Arm und der lange Finger selbst sind doch wenig zum Fliegen geeignet. Das Thier mochte die Flugfähigkeit vielleicht haben, wie die Exocöten oder nur wie die fliegenden Eichhörnchen und die Galeopitheken.

Eine nähere Betrachtung wäre nun anzustellen über die manchfaltigen Formen innerhalb der einzelnen Reihen. Die Säugethiere eignen sich dazu vorläufig wohl am besten, und nur über diese mögen hier auch noch einige Bemerkungen folgen. Während wir einerseits diejenige Gruppe, welche die grössten Formen enthält, ganz auf das Wasser beschränkt finden, ist einer andern, kleine Formen darbietenden, selbst das Flugvermögen gegeben. Die Bewegung in der Luft ist seit lange für weit schwieriger erachtet worden, als die auf dem festen Boden. Es stimmt damit überein, dass diese Bewegung bei den Vögeln schon solchen Formen versagt ist, welche als Säugethiere noch keine sehr bedeutenden

Digitized by Google

Grössen haben würden, dass die durchschnittliche Grösse der Vögel bedeutend unter derjenigen der Säugethiere steht, dass ferner, wie eben bemerkt, nur Säugethiere von geringern Dimensionen mit diesem Vermögen begabt worden sind.

Neuerdings hat sich freilich Prechtl [1]) gegen die frühern Ansichten erklärt und selbst behauptet, dass die Anstrengung des Fluges eben nicht grösser sei, als diejenige der Bewegung am festen Boden. Immerhin mögen die Annahmen Borelli's und Anderer übertrieben gewesen sein, ich kann sie nicht vertheidigen, bescheide mich auch gern, zu einer Kritik der Prechtl'schen Ansicht nicht Mathematiker genug zu sein. Doch erlaube ich mir zwei Bemerkungen. S. 256 sagt P., dass die horizontale Fortbewegung eines Vogels bei der geringsten Geschwindigkeit eine Kraft erfordere, durch welche das Gewicht des Vogels in einer Sekunde auf ⅔ Fuss gehoben werden würde. Eine entsprechende Anstrengung dürfte für einen Menschen nicht so unbedeutend sein, da sie ihn im Verlaufe einer Stunde auf eine Höhe von 2400 Fuss erheben würde. Das ist zwar keine unerhörte Anstrengung, aber doch weit entfernt, derjenigen Ortsbewegung vergleichbar zu sein, welche man als eine in gewöhnlichem Maasse anstrengende bezeichnen kann. Bei der mittlern Kraftanstrengung beträgt aber das Kraftmoment des Vogelfluges schon eine Hebung von 1½ Fuss in der Sekunde. P. sagt, eine solche Kraftäusserung sei für den Menschen keine grosse Anstrengung, er übe sie beim Steigen von Treppen aus; aber welcher Mensch wird eine Stunde lang steigen mit einer Schnelligkeit, welche ihn auf 5400 Fuss erhebt? Und doch ist es bekannt, wie anhaltend viele Vögel im raschen Fliegen bleiben können.

Zweitens aber scheint mir die Gewinnung eines Resultates, wie Prechtl es ausspricht, nach welchem keine me-

[1]) Untersuchungen über den Flug der Vögel. 1846.

Digitized by Google

chanische Schwierigkeit im Wege stehen sollte, sich die Dimensionen der Vögel noch um das Vierfache der jetzt vorhandenen grössten Vögel vermehrt zu denken, überhaupt unbegreiflich, so lange man nicht genauer, als bis jetzt der Fall ist, die Gesetze der Muskelwirkung, den Einfluss der Länge z. B., von dem oben die Rede war, kennt.

Desshalb scheint es mir bis auf Weiteres, als wenn Prechtl's Worte: „Aus dem Vorigen ergiebt sich, dass für den Zweck der Ortsbewegung die Muskelkraft der Vögel diejenige der übrigen Thiere nicht überschreite", zu weit gehen.

Wir wollen nicht verkennen, dass die Grössengränze der fliegenden Vögel sehr wohl auch durch andere Verhältnisse bestimmt sein könne, als durch die einer mechanischen Unmöglichkeit. In so mancher Richtung erscheinen uns ja die gegenwärtigen Grössengränzen um so mehr als zufällig, als in frühern Schöpfungsperioden dieselben sich anders herausstellten, Reihen von Formen, welche jetzt mit geringern Grössen abgeschlossen sind, ehemals weiter ausgedehnt waren. Für bedeutungslos mögen wir es aber nicht halten, dass die Reihe der Vögel gerade in einer fluglosen Gruppe ihre Grössengränze erreicht, und wenn wir nicht behaupten, dass die grössten fliegenden Vögel wirklich genau die Gränze des Möglichen erreichen, so halten wir die Behauptung Prechtl's, dass keine mechanischen Schwierigkeiten im Wege ständen, die Dimensionen dieser Thiere noch um das Vierfache zu vermehren, doch für mindestens eben so gewagt, als jene es sein würde.

So glauben wir denn, bei aller Hochachtung vor den Verdiensten der Prechtl'schen Schrift, vorläufig noch dabei bleiben zu können, dass wir es als bedeutungsvoll für unsere Untersuchung ansehen, dass nur kleinern Säugethieren das Flugvermögen gegeben ist und dass die Durchschnittsgrösse der Säugethiere die der Vögel übertrifft.

Eine sehr bedeutende Reihe verschiedener Grössen bieten sich nun aber unter den Säugethieren dar, alle darin

Digitized by Google

übereinstimmend, dass sie sich am festen Boden bewegen. Es kann nicht fehlen, dass man auch unter diesen manchfache Abänderungen der Organisation ermittelt, welche in Beziehung zu diesen Grössenverschiedenheiten ihre Deutung finden.

Einiges hieher gehörige mag denn auch schliesslich noch angedeutet sein.

Vergleichen wir die Bewegungsweisen der grössern und kleinern Säugethiere, so ist eine weit bedeutendere Manchfaltigkeit in den Bewegungen der letztern nicht zu verkennen, und viele Bewegungsweisen derselben sind besonders anstrengend. Bei den kleinen Thieren finden wir Springen, Klettern, Wühlen, anhaltendes und sehr wirksames Nagen, Bauen von Wohnungen, Tragen von Vorräthen u. s. w. Bei ihrem Laufe werden ihnen Unebenheiten, welche für grössere Thiere gleichgültig sind, schon Veranlassung zu besondern Wendungen, Sprüngen, Klettern, und neben dem Allen treffen wir hier die verhältnissmässig grossen und thätigen Geschlechtsapparate. Auch ist hier noch eine Bemerkung aus dem vorangegangenen Aufsatze zu wiederholen: das Haar der kleinern Thiere ist zwar im Ganzen kürzer, aber da die Oberfläche um so grösser im Verhältniss zum Volumen ist, je kleiner das Thier, so kann der Pelz wohl dennoch für die kleinern Formen im Allgemeinen schwerer im Verhältniss zum Körper sein. Manchfach ersetzt er auch wohl durch Dichtheit des Haares, was demselben an Länge fehlt. Alles dieses verliert sich um so mehr, je grösser die Thiere sind.

Damit stehen verschiedene offenbare Organisationsverhältnisse in Beziehung. Der Bau der Extremitäten wird im Allgemeinen bei den grössern Thieren einfacher, und die einzelnen Abtheilungen der Extremitäten sind immer weniger im Winkel gegen einander gebogen.

Die Vereinfachung der Extremitäten, wie sie namentlich bei den Wiederkäuern und Einhufern hervortritt, entspricht

Digitized by Google

sowohl einer grossen Ersparung an Muskelmasse, als sie es auch möglich macht, bei einer geringern Knochenmasse die nöthige Festigkeit zu erlangen. Diese Einfachheit zeigt sich in dem Verschwinden der Pro- und Supination und der Vereinfachung der Hand, welche ohne die Drehbarkeit des Vorderarms doch nicht fähig sein würde, andere Functionen als die einfachere Ortsbewegung zu verrichten. Eben damit steht denn auch der einfachere Muskelapparat der Schulter in Verbindung, von welchem nur noch die Bewegungen von vorn nach hinten und von hinten nach vorn gefordert werden.

Durch solche Reduction der Einrichtung konnten noch unter den Wiederkäuern und namentlich unter den Solipeden Thiere von ausgezeichneter Fähigkeit des Laufes hergestellt werden.

Nicht so vereinfacht finden wir die Extremitäten der grossen Pachydermen, wohl aber ist bei ihnen die Säulenform der Extremitäten ganz besonders ausgebildet, welche die stützende Function derselben so sehr erleichtert, für jede raschere, behendere, zusammengesetztere Bewegung aber nachtheilig ist. Es ist begreiflich, dass zwei auf einander gestützte lange Knochen um so leichter in ihrer relativen Lage durch Muskeln und Bänder erhalten werden, je weniger sie gegen einander gebogen sind. Steht ein langer Knochen so, dass sein Schwerpunkt über der unterstützten Fläche liegt, so brauchen nur geringe Muskelthätigkeiten ihn in dieser Stellung gegen Störungen zu schützen. Fällt aber der Schwerpunkt seitwärts von den unterstützten, so ist eine constante Anspannung nöthig, um ihn in der Lage zu erhalten, und diese muss um so grösser sein, jemehr diese Abweichung beträgt.

Von hieraus sind die mehr spitzwinklig auf einander stossenden Knochen in den Extremitäten kleinerer Thiere und die mehr gestreckten der grössern zu beurtheilen. Zugleich ist aber jene Einrichtung, welche mit solchem Auf-

Digitized by

wande an Muskelkraft bei den kleinern Thieren sich verbinden muss, auch von dem grössten Nutzen für die ihnen eigenthümlichen Bewegungen. Jene geknickten Extremitäten sind stets sprungbereit, sie sind geschickt, Gegenstände zu ergreifen, sie zu drehen und zu wenden, sie dem Maule darzubieten oder sonst zu verarbeiten. Diese Extremitäten können leicht dem Rumpfe nahe angelegt werden und sind so zum Durchkriechen enger Löcher und zum Klettern geeignet.

Es braucht wohl kaum gesagt zu werden, wie innig diese Verhältnisse mit dem Gegenstande der voraufgeschickten Abhandlung zusammenhängen. Es ist für die warmblütigen Thiere Erforderniss im Allgemeinen, um so mehr Wärme in gleichem Volumen zu bilden, je kleiner sie sind. Nun würde aber, bei übrigens möglichst ähnlichem Organisationsplan, die Muskelfunction, welche so besonders in Beziehung zum Stoffwechsel, zur Wärmebildung steht, gerade bei grössern Thieren sich relativ immer mehr entwickeln müssen, wenn die Natur nicht durch Vereinfachung bei den grössern, durch Complication bei den kleinern Thieren dieser Schwierigkeit auswiche.

---

[1]) Note zu S. 13 u. 15. Die mehrfachen Beobachtungen über höhere Temperaturen bei Thunfischen und Haien sind auch noch interessant als Bestätigung der Vermuthung, welche J. Müller (Physiol. I. 4. Aufl. S. 77. 78) ausspricht. Schade, dass man nicht weiss, ob die von de Tessan untersuchten Haifische auch Wundernetze haben!

[2]) Es sei erlaubt, hier noch einmal ausdrücklich auf eine Beziehung der vorliegenden Arbeit zu den herrschenden Ansichten über den Calor animalis hinzuweisen. Ich kann diess an die Anmerkung auf Seite 81 des Müller'schen Handbuches knüpfen. Müller konnte es noch paradox finden, dass die Insekten bei ihrer intensiven Respiration nicht homöotherm sind. Das schien gegen die Theorie zu verstossen, welche die Wärme von der Respiration herleitet, und welchen Werth hat wohl eine Theorie, so lange sie nicht mit den Thatsachen im Einklang ist?

Es wird dem Leser dieser Blätter aber hoffentlich klar geworden sein, dass ein Conflict zwischen Thatbestand und Theorie hier

Digitized by Google

gar nicht vorliegt. Die Insekten konnten nicht für die Homöothermie gebildet sein, weil sie fast durchweg zu klein sind. So wurde nun auch der ganze Apparat bei ihnen weggelassen, welcher die Wärmeökonomie bewirkt: ihre Respiration steigert sich nicht bei der Kälte, und die Einrichtung ihrer Haut und Circulation ist nicht der Art, dass sie wie bei den gleichwarmen Thieren die Wärmeverluste zu einem wesentlichen Theile in die Herrschaft physiologischer Thätigkeiten bringen. Was unser grosser Physiologe für eine Schwierigkeit der Theorie halten durfte, ist also hiemit beseitigt.

[3]) Note zu S. 18. Dutrochet hat sich (Ann. d. sc. nat. 1840) über die Art, in welcher kaltblütige Thiere durch ihr Zusammensein eine höhere Temperatur erhalten, so ausgedrückt: Dass diese Thiere, indem sie fortwährend Wärme ausgeben, einen beschränkten Raum etwas erwärmen; indem sie selbst aber ihre Temperatur stets wieder über die der Umgebung erheben, steigern sich beide Factoren bis zu einer gewissen Gränze gegenseitig. Diese Gränze kann nach Umständen verschieden bedingt sein. Es steigt die Wärmeableitung aus dem gegebenen Raume natürlich mit seiner Wärmeerhöhung, so dass sie endlich der Wärmebildung gleich werden wird. Ausserdem können auch die Thiere selbst, bei zu hoher Steigerung der Wärme, asphyktisch werden u. s. w. — Man kann ähnliche Vorstellungen auf die warmblütigen Thiere übertragen. Diese verhalten sich in gewisser Hinsicht wie eine Colonie von Bienen. Sie bestehen aus einer Masse von organischer Substanz, in welcher stets Verbrennung geschieht. Kleinere Theile eines solchen Thieres, wenn man sie bei Fortdauer ihrer Lebensprocesse isoliren könnte, würden stets etwas wärmer sein, als ihre Umgebung. In ihrem Vereine zu einem grössern Organismus werden sie fähig, ihre Wärme bedeutender über die der Umgebung zu erhöhen. Eigenthümliche Veranstaltungen machen diese Wärme ausserdem zu einer constanten.

[4]) Im Augenblicke der Beendigung des Druckes lerne ich Donders „Der Stoffwechsel als die Quelle der Eigenwärme" kennen. Derselbe nennt S. 12 u. 13 die sonst sog. kalt- und warmblütigen Thiere statt dessen „Thiere mit inconstanter und mit constanter Wärme." Diess ist schon wesentlich dasselbe, was ich oben vorschlug; die Nomenclatur ist treffend, aber unbequem; mein Ausdruck „homöotherm" sollte auch (vgl. S. 21) noch eine Nebenbeziehung ausdrücken.

In derselben Schrift ist auch die Ansicht über die Beziehung zwischen Hautwärme und Wärmeökonomie schon vorgetragen, welche ich in Müll. Arch. 1845. S. 300 ff. darstellte.

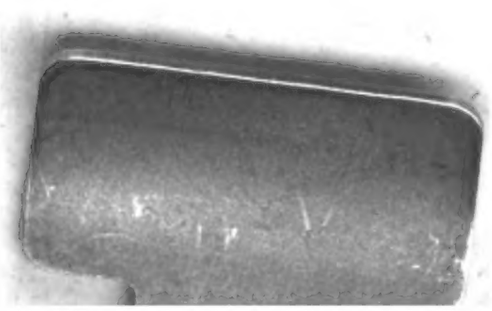
Das holländische Original jener Schrift scheint 1845 erschienen zu sein, denn die Vorrede ist vom Januar 1845 datirt. Von mir wurde jene Ansicht dem grössern Publikum zuerst in dem 1844 erschienenen Heft 8. von R. Wagner's Handwörterbuch S. 271 ff. vorgelegt.

Druck von E. A. Huth in Göttingen.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google